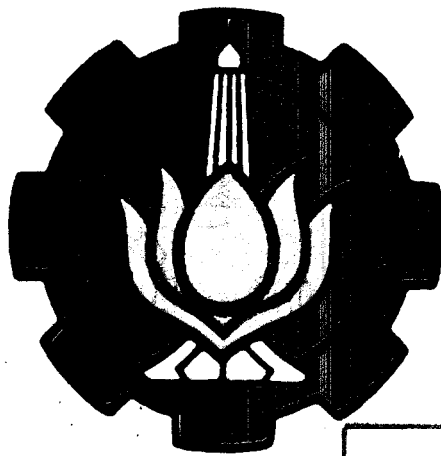


6069/ITS/H/94✓

STUDI PENGKAJIAN SISTEM PENSINYALAN PADA SISTEM TELEPON KENDARAAN BERGERAK SELULER DI INDONESIA



RSE

621.384 56

Pud

S-1

1993

PERPUSTAKAAN	
14 OCT 1993	
Tgl. Peng. /	H
No. Agenda /	1303 / TA

Oleh :

SB. DIAH PUDJIASTUTI

NRP. 288 220 0934

JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
1993

**STUDI PENGKAJIAN SISTEM PENSINYALAN
PADA SISTEM TELEPON KENDARAAN BERGERAK
SELULER DI INDONESIA**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Elektro**

Pada

Bidang Studi Teknik Telekomunikasi

**Jurusan Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri**

**Institut Teknologi Sepuluh Nopember
S u r a b a y a**

Mengetahui/Menyetujui

Dosen Pembimbing



DR. Ir. M. SALEHUDIN, M. Eng. Sc.

**S U R A B A Y A
AGUSTUS, 1993**

ABSTRAK

Adanya kebutuhan akan jasa telekomunikasi untuk kegiatan-kegiatan bisnis dari kedudukan yang selalu berubah menuntut adanya sistem telepon kendaraan bergerak seluler (STKB-C) dalam jaringan telekomunikasi nasional. Seperti halnya telepon kabel biasa, pada sistem telepon kendaraan bergerak juga diperlukan suatu sistem pensinyalan untuk mengawali dan mengakhiri suatu hubungan telepon, yang ditandai dengan adanya pertukaran informasi antara komponen-komponen utamanya.

Saat ini ada dua (2) jenis sistem radio seluler yang beroperasi di Indonesia, yaitu Nordic Mobile Telephone (NMT-450) dan Advanced Mobile Phone Service (AMPS). Dalam tugas akhir ini akan dikaji keunikan sistem pensinyalan serta dilihat adanya kemungkinan mengintegrasikan pensinyalan dari kedua sistem tersebut tanpa melalui Public Switched Telephone Network (PSTN). Pengkajian didasarkan pada spesifikasi yang meliputi frekuensi transmit-received, error correction code, dan format pensinyalan dari masing-masing jenis sistem telepon radio.

Berdasarkan hasil pengkajian ini dapat disimpulkan bahwa satu-satunya cara mengintegrasikan sistem telepon bergerak yang berbeda adalah dengan PCM 30 kanal yang dapat menyalurkan bit informasi dengan laju 2.048 kbps.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas bimbingan, rahmat, kasih dan ijinNya akhirnya kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini, dengan judul :

STUDI PENGKAJIAN SISTEM PENSINYALAN PADA SISTEM TELEPON KENDARAAN BERGERAK SELULER DI INDONESIA

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk menyelesaikan program sarjana pada Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

Akhirnya semoga apa yang tersirat dalam tugas akhir ini bermanfaat dan dapat diterima sebagai sumbangan pikiran bagi masyarakat Indonesia dalam partisipasi turut memikul tanggung jawab pembangunan bangsa dan negara.

Surabaya, Juli 1993

Penulis

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan penuh kesungguhan dan rendah hati, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Dr. Ir. M. Salehudin, M. Eng. Sc. selaku dosen pembimbing yang telah bersedia meluangkan waktu dan perhatiannya untuk membimbing penulis menyelesaikan tugas akhir ini.
2. Ir. Yanto Suryadhana, selaku dosen wali penulis selama masa studi.
3. Ir. M. Aries Purnomo selaku Koordinator Bidang Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro FTI ITS Surabaya.
4. Ir. Sjariffuddin M, M. Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITS Surabaya.
5. Staff dan karyawan PT Rajasa Hazanah Perkasa, Jalan Pejaten Barat 6 Jakarta, yang telah membantu melengkapi bahan studi.
6. Staff dan karyawan PT Elektrindo Nusantara, Jalan Yos Sudarso 55 Jakarta, yang telah membantu melengkapi bahan studi.
7. Seluruh dosen Bidang Studi Teknik Telekomunikasi khususnya dan seluruh dosen Teknik Elektro FTI ITS Surabaya umumnya yang telah banyak membantu selama masa studi.

8. Oom Bas, tante Rin, Lia dan Ari, yang telah banyak membantu penulis selama mengumpulkan data di Jakarta
 9. Dik Nia, yang ikut sibuk pada saat penulisan naskah.
 10. Seluruh karyawan Jurusan Teknik Elektro ITS Surabaya.
 11. Pengurus Ruang Baca Jurusan Teknik Elektro FTI ITS Surabaya.
 12. Rekan-rekan tercinta Bidang Studi Teknik Telekomunikasi Jurusan Teknik Elektro FTI ITS Surabaya yang telah banyak memberi bantuan, dukungan dan semangat.
- Semoga Allah Yang Maha Penyayang selalu melimpahkan rahmat-Nya dan membalas semua kebaikan itu dengan karunia dan pahala yang sesuai.

DAFTAR ISI

	Halaman
Judul	i
Lembar Pengesahan	ii
Abstrak	iii
Kata Pengantar	iv
Ucapan Terima Kasih	v
Daftar Isi	vii
Daftar Gambar	xi
Daftar Tabel	xiv
Daftar Lampiran	xv
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Umum	1
1.2 Latar Belakang	2
1.3 Permasalahan	3
1.4 Pembatasan Masalah	4
1.5 Metodologi	5
1.6 Sistematika Pembahasan	5
1.7 Tujuan	6
1.8 Relevansi	6

BAB II	TEORI PENUNJANG	7
2.1	Konsep Sel pada STKB	7
2.1.1	Umum	7
2.1.2	Pemecahan Sel	12
2.1.3	Pusat Sel dengan Antena Berarah	13
2.2	Elemen-elemen Pengendali STKB	15
2.2.1	Mobile Telephone Switching Office (MTSO)	15
2.2.1.1	Hubungan MTSO dengan PSTN	16
2.2.1.2	Hubungan MTSO dengan RBS	17
2.2.2	Radio Base Station (RBS)	18
2.2.3	Mobile Station (MS)	18
2.3	Prosedur Panggilan	19
2.3.1	Panggilan dari Fixed Telephone ke Mobile Station (MS)	19
2.3.2	Panggilan dari Mobile Station (MS) ke Fixed Telephone	27
2.3.3	Hand-off	31
2.3.4	Roaming	36
BAB III	SPESIFIKASI STKB	39
3.1	Umum	39
3.2	Struktur Sistem	42
3.2.1	Pita Frekuensi	42
3.2.2	Alokasi Kanal	44

3.2.2.1 Nordic Mobile Telephone	
(NMT-450)	45
3.2.2.2 Advanced Mobile Phone	
Services (AMPS)	46
3.3 Sistem Pensinyalan	49
3.3.1 Umum	49
3.3.2 Supervisi	50
3.3.2.1 Supervisory Audio Tone	
(SAT)	50
3.3.2.2 Signalling Tone (ST)	51
3.3.2.3 Digital Color Code (DCC) .	51
3.3.3 Kodefikasi Sinyal Informasi	53
3.3.3.1 NMT-450	53
3.3.3.2 AMPS	55
3.3.4 Sistem Modulasi	56
3.3.4.1 Modulasi Audio	56
3.3.4.2 Modulasi Control Channel .	59
3.4 Format Pensinyalan	61
3.4.1 NMT-450	61
3.4.1.1 Paging (frame hubungan	
dari Mobile Telephone	
Exchange - BS/MS)	64
3.4.1.2 Access (frame hubungan	
dari BS/MS - MTX)	70

3.4.2	AMPS	84
3.4.2.1	Kanal Access	87
3.4.2.2	Kanal Paging	94
3.5	Mobile Telephone Switching Office (MTSO)	103
3.5.1	NMT-450	103
3.5.1.1	Umum	103
3.5.2	AMPS	110
3.5.2.1	Umum	110
BAB IV	EVALUASI SISTEM PENSINYALAN STKB	119
4.1	Umum	119
4.1.1	Pensinyalan MTSO - BS/MS	120
4.1.2	Pensinyalan MTSO - PSTN	123
4.1.2.1	Arti Sinyal-sinyal Forward	125
4.1.2.2	Arti Sinyal Backward	126
4.2	Kemungkinan Integrasi	127
4.2.1	Umum	127
4.2.2	Integrasi STKB NMT-450 dan AMPS ..	129
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN	132
5.1	Kesimpulan	132
5.2	Saran	133
Daftar Pustaka	.....	134
Lampiran	.....	136
Usulan Tugas Akhir	.....	144
Daftar Riwayat Hidup	.....	149

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Bentuk Geometri Sel	8
2.2 Cara Penentuan Sel-sel Bersaluran Sama	9
2.3 Sel-sel Bersaluran Sama	10
2.4 Cluster Terdiri dari 12 Sel	11
2.5 Tahap Awal Proses Pemecahan Sel	12
2.6 Tahap Akhir Proses Pemecahan Sel	13
2.7 Letak Pusat Sel	14
2.8 Pengarahan Antena Berarah Pada Pusat Sel	14
2.9 Jaringan STKB	16
2.10 Diagram Blok Radio Base Station	19
2.11 Diagram Blok Stasiun Mobil	20
2.12 Proses Paging oleh RBS	22
2.13 Penjawaban Paging Oleh MS	22
2.14 Pemilihan VC Hubungan MTSO-MS	23
2.15 Peralihan MS ke VC xxx	24
2.16 Proses Time Supervised	24
2.17 Alert Order	25
2.18 Pengiriman Signalling Tone	25
2.19 Pengangkatan Hand-set oleh MS	26
2.20 Hubungan dari MTSO-MS	26
2.21 Panggilan dari MS	27
2.22 Mobile Access	28

3.15 Format Pensinyalan FOCC	96
3.16 Format Pensinyalan Word Informasi FOCC	97
3.17 Mobile Station Control Message	99
3.18 Overhead Message Types & Format	101
3.19 Format Pensinyalan FOVC	102
3.20 Diagram Blok MTX	105
3.21 Diagram Blok Hubungan TSS	107
3.22 Struktur TSS	108
3.23 Sistem Tiga Simpul dalam EMX	111
3.24 Diagram Blok Group Multiplexer Unit (GMU)	114
3.25 Diagram Blok Switch Unit (SWU)	116
3.26 Diagram Blok Tone Signalling Unit	118
4.1 Diagram Blok Sistem Pensinyalan	121
4.2 Konfigurasi Interkoneksi Dua STKB	128
4.3 Konfigurasi Integrasi	130
4.4 Integrasi MTSO Jakarta-Surabaya Melalui Jaringan TDMA SKSD-Palapa	131

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Perbedaan Istilah STKB	40
3.2 Supervisory Audio Tone (SAT)	51
3.3 Kemampuan Kode BCH dengan $M = 3$	56
3.4 Hexadecimal dan Binary Code	76
3.5 Kodefikasi Prefix	78
3.6 Kodefikasi Line Signal $L(n)$	79
3.7 Kodefikasi Digit Value $S(n)$	80
3.8 Kodefikasi Channel Activation Order and Channel Status Information	81
3.9 Management/Maintenance Orders	82
3.10 Maintenance Information from BS	83
3.11 Seizure Precursor Bits	91
4.1 Perbandingan Spesifikasi STKB NMT-450 dan AMPS	122
4.2 Kombinasi Multifrekuensi	124
4.3 Arti Sinyal-sinyal Forward	125
4.4 Arti Sinyal-sinyal Backward	127

DAFTAR LAMPIRAN

	halaman
Lampiran 1 Land to Mobile Call (NMT-450)	136
Lampiran 2 Mobile to Land Call (NMT-450)	137
Lampiran 3 Hand-off (NMT-450)	138
Lampiran 4 Roaming (NMT-450)	139
Lampiran 5 Land to Mobile Call (AMPS)	140
Lampiran 6 Mobile to Land Call (AMPS)	141
Lampiran 7 Hand-off (AMPS)	142
Lampiran 8 Mobile to Mobile Call (AMPS)	143

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Umum

Adanya peningkatan taraf hidup menuntut tersedianya sarana komunikasi yang lebih memadai dan efektif untuk kegiatan di segala bidang, baik sektor usaha, pemerintahan, sosial, dan sebagainya. Sampai saat ini sarana komunikasi yang masih dipertahankan bahkan semakin dikembangkan adalah telepon.

Pada mulanya *fixed telephone network* (jaringan telepon tetap) cukup memadai, di mana pelanggan memasang pesawat teleponnya pada suatu alamat tertentu. Akan tetapi adanya kegiatan-kegiatan bisnis dari kedudukan yang selalu berubah seiring pertambahan penduduk dan meningkatnya perluasan kota untuk pemukiman baru menyebabkan sarana *fixed telephone* tidak memadai. Semakin banyak waktu terbuang sia-sia dalam perjalanan, baik akibat semakin padatnya lalu lintas kendaraan di jalan-jalan, maupun akibat semakin jauhnya jarak-jarak yang harus ditempuh. Karena itu dituntut tersedianya jasa telekomunikasi yang lebih memadai.

Untuk memenuhi tuntutan tersebut telah dikembangkan *Sistem Telepon Kendaraan Bergerak Seluler (STKB-C)*,

yaitu suatu jenis telepon radio yang ditujukan untuk memberikan pelayanan pada pelanggan yang bergerak (mobile) dengan pembagian daerah pelayanan berupa sel-sel. Pelanggan telepon radio ini selain dapat berhubungan dengan sesama pelanggan STKB, dapat juga berhubungan dengan pelanggan telepon tetap. Adapun telepon radio ini dapat dipasang pada kendaraan ataupun dibawa kemana-mana.

I.2 Latar Belakang

Seperti pada telepon biasa, pada sistem telepon kendaraan bergerak juga diperlukan suatu sistem pensinyalan untuk mengawali dan mengakhiri suatu hubungan telepon, yang ditandai dengan adanya pertukaran informasi antara komponen-komponen utamanya. Sistem ini berupa kumpulan sinyal yang dibutuhkan untuk menghubungkan pelanggan satu dengan lainnya dan untuk pengelolaan keseluruhan jaringan.

Apabila pesawat telepon diangkat, suatu sinyal yang menyatakan akan diadakan hubungan akan terkirim dari pesawat tersebut. Atas dasar sinyal tersebut sentral mempersiapkan diri, dan jika telah siap dikirimkanlah nada pilih ke pesawat yang bersangkutan. Angka yang ditekan oleh pemakai juga merupakan sinyal yang diolah oleh sentral untuk diusahakan penyambungannya. Atas

dasar pengolahan sinyal tersebut, sentral menghubungi sentral lain melalui pertukaran sinyal. Oleh karena itu sentral-sentral harus mempunyai sinyal yang sama agar dapat berkomunikasi.

Perbedaan sistem pensinyalan akan menyebabkan suatu sentral tidak bisa dihubungkan dengan sentral yang lain. Dengan demikian perlu ditambahkan suatu peralatan interface yang bertugas mengubah atau menterjemahkan sinyal dari sentral yang satu agar dapat dimengerti sentral yang lain.

I.3 Permasalahan

Masing-masing sistem radio seluler mempunyai spesifikasi sistem yang berbeda, antara lain band frekuensi yang digunakan, kapasitas jumlah pelanggan, jumlah kanal yang tersedia, fasilitas roaming, pensinyalan dan sebagainya. Hal ini dikarenakan negara asal pembuat sistem STKB tersebut tidak sama dan sampai saat ini belum ada standarisasi sistem STKB yang dipergunakan di seluruh dunia.

Permasalahan timbul apabila dua atau lebih sistem radio yang berbeda bekerja pada satu wilayah yang sama, seperti di Indonesia, dimana sistem NMT-450 dan AMPS bekerja bersama-sama. Dalam mengatasi masalah ini PT TELKOM menggunakan *Public Switched Telephone Network (PSTN)* sebagai interface kedua sentral agar hubungan

percakapan tidak terputus. Namun pemecahan ini masih kurang efisien, karena PSTN harus berperan ganda, melayani pelanggan tetap dan pelanggan STKB.

Dalam tugas akhir ini akan dikaji sistem pensinyalan dari dua sistem telepon bergerak yang berbeda, yaitu sistem NMT-450 dan AMPS, serta dilihat adanya kemungkinan mengintegrasikan pensinyalan dari kedua sistem tersebut tanpa melalui PSTN.

I.4 Pembatasan Masalah

Ada dua (2) sistem pensinyalan pada STKB :

1. Internal Signaling,

pensinyalan yang terjadi dalam pesawat telepon itu sendiri.

2. External Signaling,

pensinyalan yang terjadi antara peralatan-peralatan utama STKB

Karena masalah pensinyalan STKB sangat kompleks dan agar masalah yang dibahas lebih terarah pada saran, maka pembahasan dalam tugas akhir ini hanya mencakup sistem pensinyalan eksternal, dengan ketentuan lain sebagai berikut :

- membahas format pensinyalan sistem STKB NMT-450 dan AMPS
- membahas pensinyalan yang terjadi pada proses panggilan kedua sistem tersebut

I.5 Metodologi

Metodologi penyusunan tugas akhir yang ditempuh adalah mengumpulkan referensi dan data yang berkaitan dengan sistem pensinyalan. Studi literatur dan berbagai referensi didapatkan dari jurnal-jurnal serta buku-buku yang berkaitan dengan masalah pensinyalan. Data-data dan teori-teori yang terkumpul diolah dan dibahas untuk menjawab permasalahan yang telah dibatasi.

I.6 Sistematika Pembahasan

Agar dalam pembahasan tugas akhir ini lebih sistematis dan terarah, maka pembahasan dibagi dalam lima bab, dengan sistematika sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

Berisi latar belakang, permasalahan, pembatasan masalah, metodologi, sistematika, tujuan dan relevansi dari tugas akhir yang disusun.

BAB II : TEORI PENUNJANG

Berisi konsep dasar STKB, elemen-elemen utamanya, proses panggilan pada STKB, hand-off, roaming.

BAB III : SPESIFIKASI STKB

Berisi lebar pita frekuensi, alokasi kanal, modulasi, code dan format pensinyalan sistem STKB NMT-450 dan AMPS.

BAB IV : EVALUASI SISTIM PENSINYALAN STKB

Berisi tabel perbandingan spesifikasi STKB NMT-450 dan AMPS, dilihat kemungkinan integrasi kedua sistem telepon mobil.

BAB V : PENUTUP

Meliputi kesimpulan dan saran

I.7 Tujuan

Tujuan dari studi pengkajian sistem pensinyalan ini adalah untuk melihat adanya kemungkinan mengintegrasikan pensinyalan antara sistem radio seluler NMT-450 dan AMPS demi memberikan pelayanan yang optimal bagi pelanggan dengan lebih efisien.

I.8 Relevansi

Tugas akhir ini diharapkan dapat menjadi salah satu bahan pertimbangan untuk meningkatkan kualitas pelayanan Sistem Telepon Kendaraan Bergerak Seluler di Indonesia dengan adanya sistem STKB yang berbeda.

BAB II

TEORI PENUNJANG

II.1 Konsep Sel Pada STKB

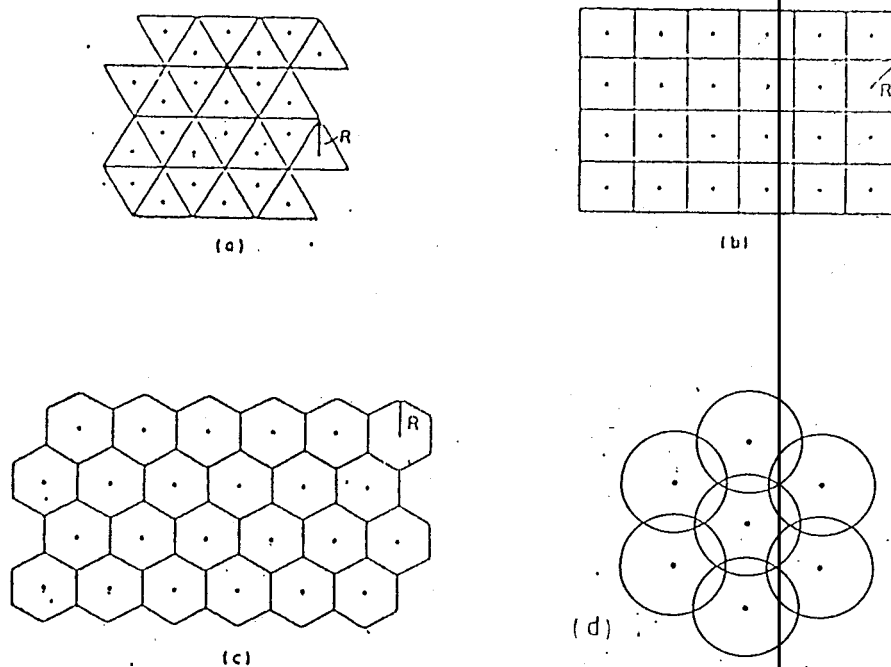
II.1.1 Umum

Sistem radio seluler menerapkan sistem pembagian wilayah, di mana daerah pelayanan dibagi menjadi beberapa *Traffic Area (TA)* dan diperkecil lagi menjadi beberapa daerah yang disebut *sel*.

Secara prinsip bentuk sel tidak teratur. Tetapi untuk kemudahan-kemudahan perencanaan pengembangan dan pertimbangan ekonomis dipilih bentuk sel yang khas. Terdapat empat (4) bentuk sel yang sangat teratur hingga relatif lebih mudah untuk dianalisa, yaitu : lingkaran, segitiga sama sisi, bujur sangkar dan hexagon, seperti terlihat pada gambar 2.1.

Dibanding bentuk bujur sangkar dan segitiga sama sisi hexagon mempunyai luas terbesar, sedangkan pada lingkaran terdapat bagian yang *overlap (tumpang-tindih)*. Oleh karena itu bentuk geometri sel dipilih hexagon (segienam beraturan).

Dalam sistem telepon radio seluler bila dikehendaki kapasitas langganan yang besar maka akan dibutuhkan pita frekuensi yang lebar. Sebaliknya apabila diinginkan



GAMBAR 2.11>

BENTUK GEOMETRI SEL

- (a) Segitiga sama sisi
- (b) Bujur sangkar
- (c) Hexagon
- (d) Lingkaran

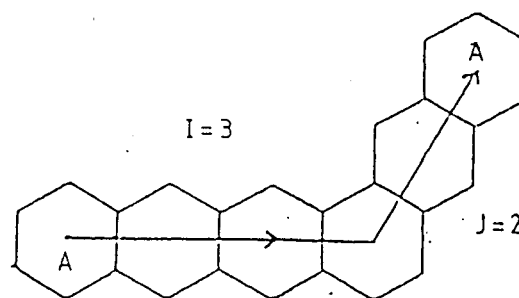
penghematan pemakaian pita frekuensi, maka kapasitas langganan akan turun. Guna menangani peningkatan kapasitas pelanggan dan penggunaan pita frekuensi secara efektif dipakailah metoda *re-use frequency* (pengulangan

1> Donald, V. H. M., *The Cellular Concept*, The Bell Systems Technical journal, Vol. 58, No. 1, USA, January 1979. p. 20.

frekuensi). Daerah-daerah yang menggunakan frekuensi sama dipisahkan dengan jarak cukup untuk menghindari terjadinya *interferensi*.

Untuk merancang penempatan sel-sel yang mempunyai frekuensi sama tersebut, digunakan dua (2) variabel bulat i dan j ($i \geq j$) yang disebut *Shift Parameters* (*parameter pergeseran*)²⁾. Gambar 2.2 memperlihatkan cara menentukan sel-sel yang menggunakan himpunan saluran yang sama, dengan aturan sebagai berikut :

'pindahkan sel-sel ke i sepanjang rantai hexagon, kemudian diputar 60° dengan arah berlawanan jarum jam, selanjutnya pindahkan sel-sel ke j sepanjang rantai hexagon dengan arah yang baru tersebut'.

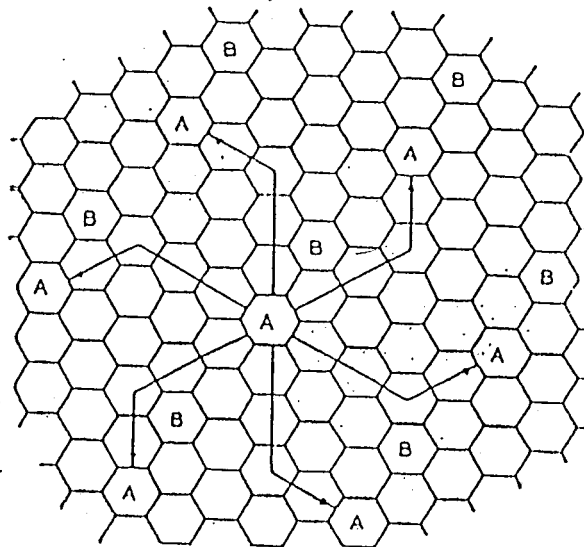


GAMBAR 2.2

CARA PENENTUAN SEL-SEL BERSALURAN SAMA

²⁾ Ibid., p. 21.

Pada contoh di atas, $i = 3$ dan $j = 2$. Karena sel acuan diberi nama *A*, maka sel yang mempunyai saluran sama diberi nama *A* juga. Pada gambar 2.3 dapat dilihat enam (6) lokasi sel bersaluran sama terdekat, yang dapat dicapai dari sebuah sel referensi. Sel-sel akan membentuk *clusters* (kelompok) dengan sel referensi berada di tengah-tengahnya, demikian juga sel-sel kanal bersamanya.



GAMBAR 2.3^{3>}
SEL-SEL BERSALURAN SAMA

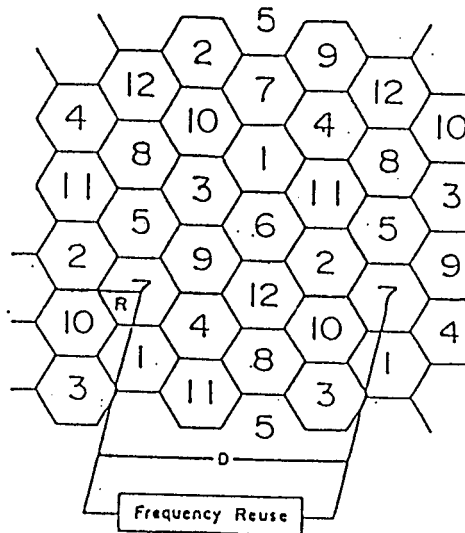
^{3>} Ibid., p. 21.

Jumlah sel tiap kelompok (N) dapat dihitung dengan persamaan :

$$N = i^2 + ij + j^2 \quad (2-1)$$

Gambar 2.4 menunjukkan kelompok sel dengan $i=2$ dan $j=2$. Perbandingan antara D, jarak antara pusat sel kanal bersama yang berdekatan dengan R, jari-jari sel adalah :

$$D/R = \sqrt{3N} \quad (2-2)$$

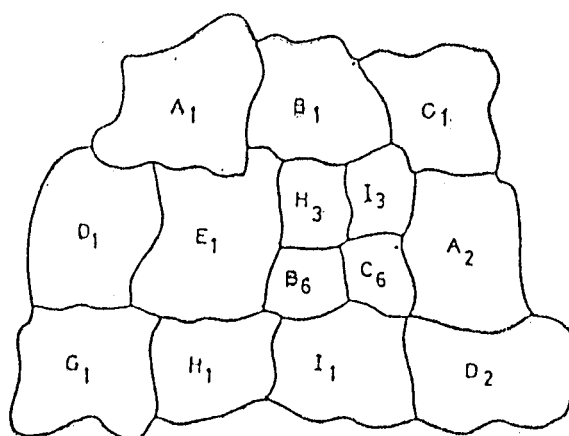


GAMBAR 2.4
CLUSTER TERDIRI DARI 12 SEL

II.1.2 Pemecahan Sel

Apabila terjadi kenaikan lalu lintas di dalam sel, diperlukan perubahan dalam sel agar dapat memenuhi kenaikan permintaan tersebut. Hal ini dilakukan dengan memecah sel tersebut menjadi beberapa sel lain yang lebih kecil, di mana setiap sel yang kecil tadi memiliki 5 saluran. Jadi apabila sel tersebut dibagi menjadi 4 buah sel yang lebih kecil, maka kapasitas akan menjadi empat kali dari kapasitas semula. Proses ini dinamakan *pemecahan sel*.

Gambar 2.5 memperlihatkan tahap awal dari proses pemecahan sel tersebut. Pada daerah yang semula bernama F_1 (lihat gambar 2.5) kini terdiri atas sel-sel H_3 , I_3 ,

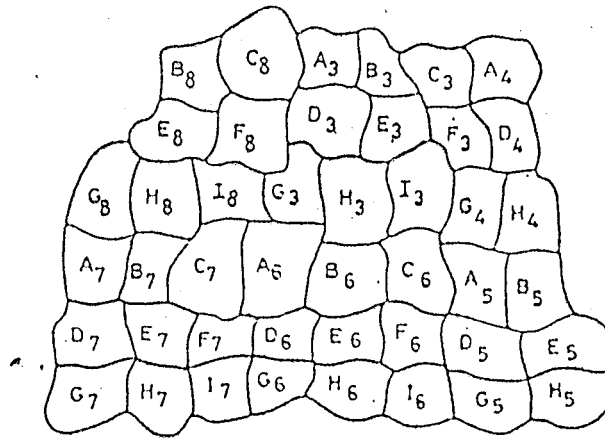


GAMBAR 2.5^{4>}

TAHAP AWAL PROSES PEMECAHAN SEL

^{4>} Ibid., p. 18.

B₈ dan C₈. Apabila permintaan langganan atau kepadatan lalu-lintas pada daerah tersebut terus meningkat, sel-sel besar yang lainnya dapat dipecah yang akhirnya seperti ditunjukkan pada gambar 2.6. Daerah semula telah dibagi-bagi menjadi menjadi sel-sel yang lebih kecil.



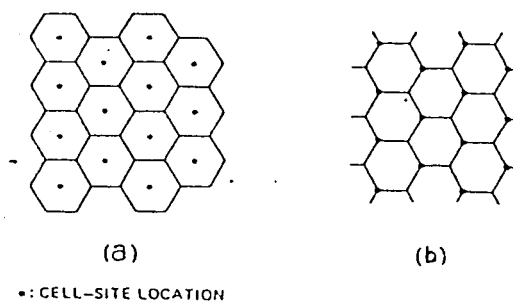
GAMBAR 2.6^{5>}

TAHAP AKHIR PROSES PEMECAHAN SEL

II.1.3 Pusat Sel Dengan Antena Berarah

Sel merupakan suatu daerah pelayanan telepon seluler, di mana pusat selnya dapat berada di tengah-tengah sel yang disebut sel pusat, seperti terlihat pada gambar 2.7a atau berada di sudut yang disebut sel sudut seperti ditunjukkan gambar 2.7b.

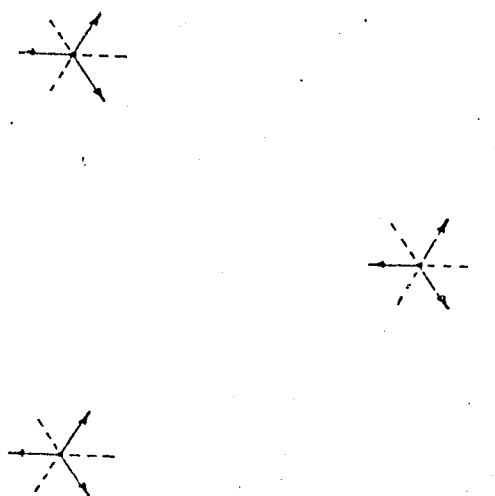
^{5>} Ibid., p. 18.

GAMBAR 2.7^{6>}

LETAK PUSAT SEL

(a) Sel - pusat

(b) Sel - sudut

GAMBAR 2.8^{7>}

PENGARAHAN ANTENA BERARAH PADA PUSAT SEL

^{6>} Ibid., p. 23.

^{7>} Ibid., p. 24.

Setiap pusat sel (pada sel-sudut) menggunakan 3 buah antena berarah (directional), masing-masing dengan sektor 120° . Pengarahannya seperti pada gambar 2.8, maka perpanjangan sisi depan antena membentuk sisi-sisi sel segienam beraturan pada gambar 2.7b yaitu sel-sudut.

II.2 Elemen-elemen Pengendali STKB

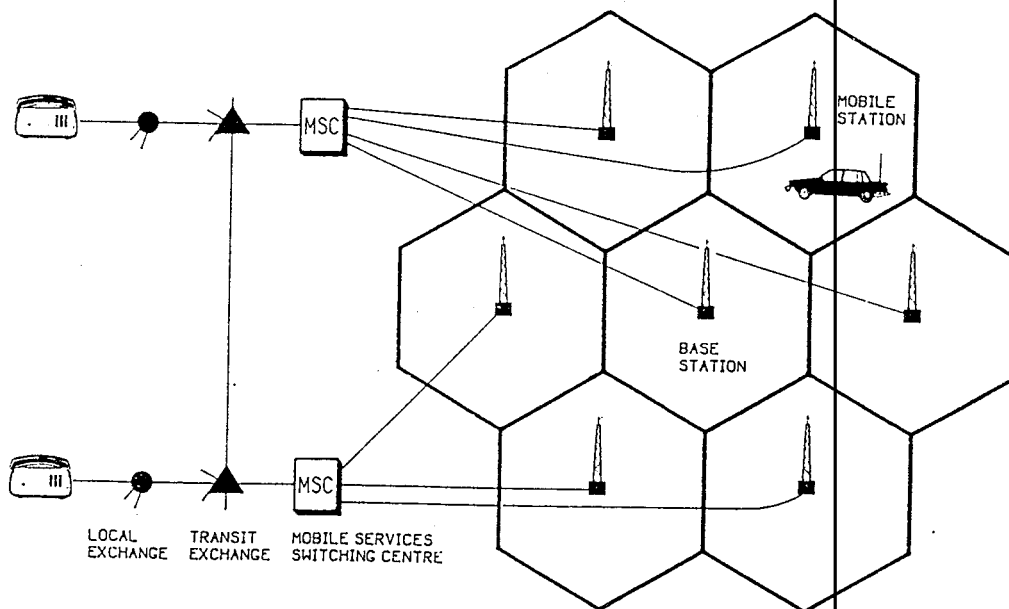
Sistim telepon radio seluler mempunyai komponen utama :

- *Public Switch Telephone Network (PSTN)*
- *Mobile Telephone Switching Office (MTSO)*
- *Radio Base Station (RBS)*
- *Mobile Subscriber Unit (MS)*

Secara hirarki sentral telepon mobil (MTSO) mempunyai kedudukan di atas *local exchange (sentral lokal)*, dengan kata lain sejajar dengan *sentral primer*, seperti terlihat pada gambar 2.9.

II.2.1 Mobile Telephone Switching Office (MTSO)

MTSO mempunyai fungsi utama sebagai pengendali stasiun-stasiun dasar serta sebagai perantara jaringan telepon seluler dengan jaringan telepon kabel biasa.

GAMBAR 2.9[⊗]

JARINGAN STKB

Di samping itu MTSO juga berfungsi sebagai[⊗] :

- pengatur alokasi frekuensi
- penjaga kesatuan stasiun-stasiun dasar sebagai satu kesatuan sistem yang utuh.

II.2.1.1 Hubungan MTSO dengan PSTN

Public Switched Telephone Network (PSTN), di samping memberikan pelayanan pada *fixed telephone* juga melayani pelanggan *mobile telephone*. Artinya, jika

[⊗] Library Survey and System Description, Ericsson Radio System - Module A, Mei 1986, p. 3.1.

[⊗] Fluhr, Z. C. and P. T. Porter, Control Architecture, The Bell System Technical Journal vol. 58, No. 1, USA, January 1979, p. 46.

seorang pelanggan telepon radio hendak berhubungan dengan pelanggan telepon radio lain dari sistem yang berbeda harus melalui PSTN. Ini disebabkan adanya perbedaan sistem pensinyalan dari dua (2) jenis telepon radio yang berlainan.

Sistem pensinyalan antara MTSO jenis apapun dengan PSTN selalu mengikuti prosedur pensinyalan nasional di mana sistem tersebut bekerja. Karena negara Indonesia menggunakan sistem pensinyalan R2, maka sistem pensinyalan yang dipakai untuk hubungan MTSO dengan PSTN juga mengikuti aturan sistem pensinyalan R2, dengan sinyal register *Semi Compelled Multi Frequency Code (SMFC)*.

II.2.1.2 Hubungan MTSO dengan RBS

Hubungan antara MTSO dan RBS dilakukan dengan menggunakan sistem digital, yaitu dengan menggunakan *Pulse Code Modulation (PCM)*.

Pensinyalan antara MTSO dengan RBS adalah sebagai berikut^{10>} :

- *individual remote control*,
yaitu kontrol jarak jauh untuk menyalakan pemancar atau mematikan penerima pada stasiun radio dasar,

^{10>} Nordic Mobile Telephone, NMT Doc. 1. 1980, System Description, February 1980, p. 13.

termasuk mengawasi pensinyalan yang terjadi selama hubungan antara *Radio Base Station (RBS)* dan *Mobile Subscriber (MS)*.

- remote control untuk *signal strength measurements* dan kegiatan pemeliharaan dalam RBS.
- menerima alarm-alarm dari RBS.

II.2.2 Radio Base Station (RBS)

Radio Base Station (RBS) yang dihubungkan ke MTSO pada sistem *point to point* menangani percakapan radio dengan MS. Di samping itu RBS juga mengawasi kualitas hubungan radio dengan *supervisory tone*. Gambar 2.10 menunjukkan komponen-komponen dasar stasiun radio dasar.

Setiap hubungan yang terjadi antara RBS dan MS dikontrol oleh *supervisory signal (sinyal ϕ)* yang ditransmisikan dari BS ke MS kemudian dikembalikan ke BS (loop tertutup). Kemudian oleh BS sinyal tersebut dievaluasi S/N nya, apabila S/N sinyal tersebut turun di bawah nilai yang sudah ditentukan atau hilang sama sekali maka BS akan menginformasikan pada MTX mengenai kualitas hubungan dengan MS.

II.2.3 Mobile Station (MS)

Dengan bantuan mikroprosesor pesawat mobil dapat melaksanakan fungsi-fungsi pengendalian dan pensinyalan

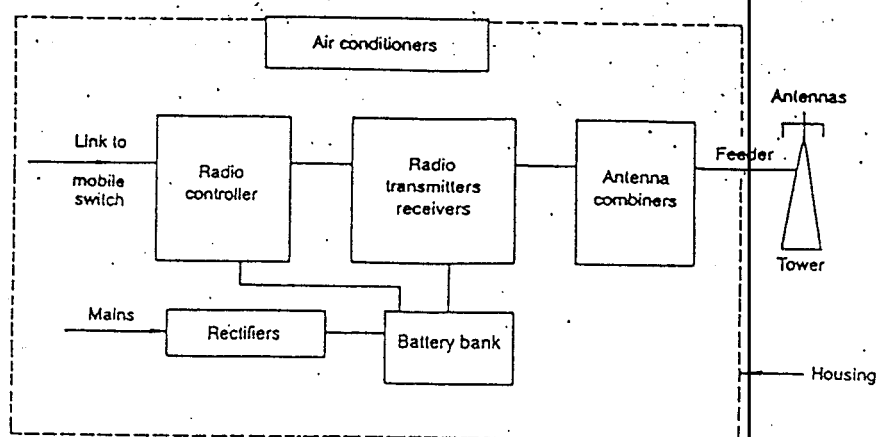
GAMBAR 2.11^{11>}

DIAGRAM BLOK RADIO BASE STATION

selain pengiriman informasi alamat dalam jaringan. Stasiun mobil terdiri dari lima (5) unit utama, seperti ditunjukkan gambar 2.11, yaitu ;

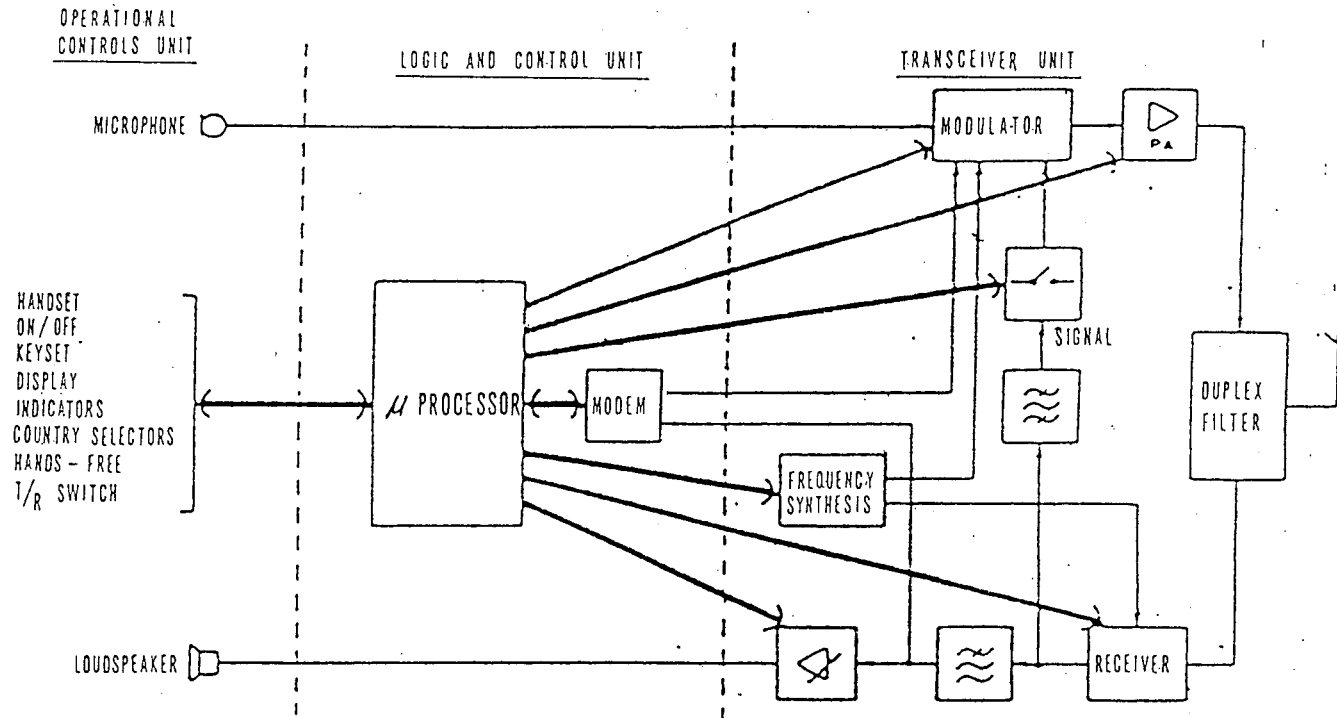
- transceiver unit
- logic and control unit
- operation control unit (control head)
- duplex filter
- antenna

II.3 Prosedur Panggilan [18]

II.3.1 Panggilan dari Fixed Telephone ke MS

Panggilan ke MS diterima oleh MTSO di mana MS berada. Dengan mengetahui nomor MS yang dipanggil, MTSO

^{11>} Boucher, Neil J., The Cellular Radio Handbook, Quantum Publishing Inc., USA, 1990, p.121.



GAMBAR 2.1112>
 DIAGRAM BLOK STASIUN MOBIL

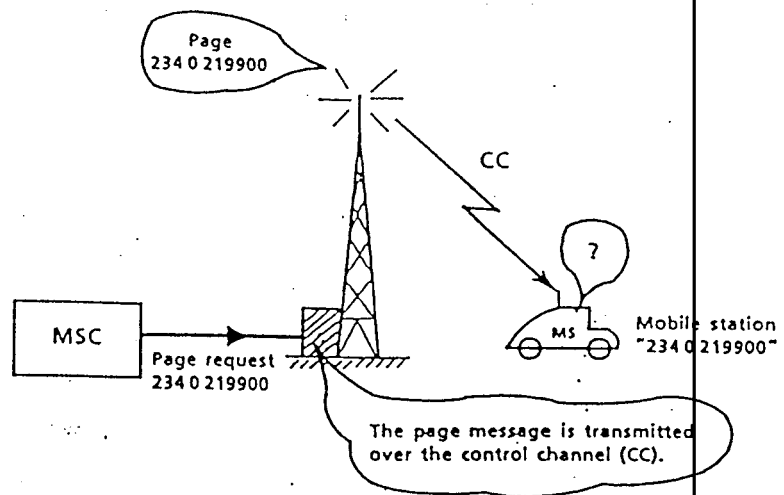
menyuruh semua RBS di wilayahnya menghidupkan paging untuk mengetahui di RBS mana MS berada, melalui *Control Channel (CC)*. Jawaban panggilan dari MS yang dimaksud dikirimkan ke MTSO melalui CC dengan perantaraan RBS. Kemudian MTSO menentukan *Voice Channel (VC)* yang kosong, yang akan dipergunakan untuk hubungan pembicaraan, dengan mengirimkan *Supervisory Audio Tone (SAT)* ke MS. Oleh MS, SAT dikirimkan kembali ke MTSO melalui VC tersebut. Setelah SAT diterima kembali oleh MTSO, *ringing tone* dihidupkan pada MS. Hubungan percakapan dimulai, saat pelanggan bergerak mengangkat pesawatnya.

Gambar 2.12 sampai gambar 2.20 beserta keterangannya akan membantu menjelaskan prosedur panggilan ini secara lebih terperinci.

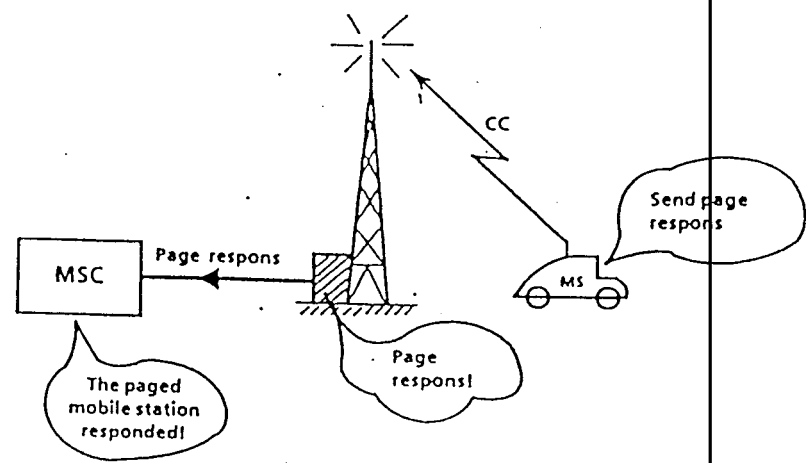
Fixed telephone subscriber hendak menghubungi MS dengan nomor 2340219900. Permintaan hubungan diterima MTSO untuk diteruskan ke semua RBS di wilayahnya. RBS menghidupkan *paging* melalui CC untuk mengetahui di RBS mana MS berada, seperti ditunjukkan gambar 2.12.

MS dengan nomor 2340219900 mengirimkan *acknowledgement (jawaban)* melalui CC ke RBS terdekat. RBS meneruskan jawaban tersebut ke MTSO, seperti pada gambar 2.13.

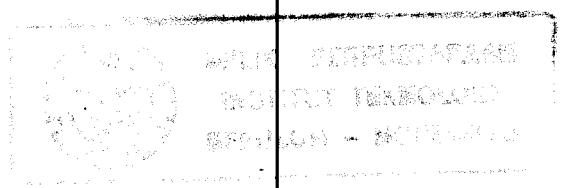
MTSO memilih VC yang kosong, menghidupkan VC transmitter dan mengirimkan SAT, seperti gambar 2.14.

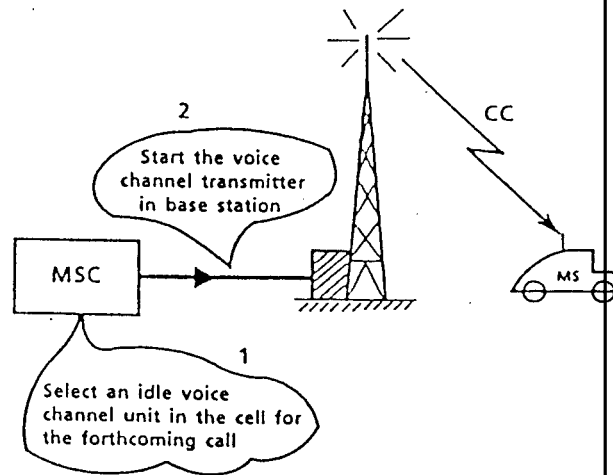


GAMBAR 2.12
PROSES PAGING OLEH RBS



GAMBAR 2.13
PENJAWABAN PAGING OLEH MS





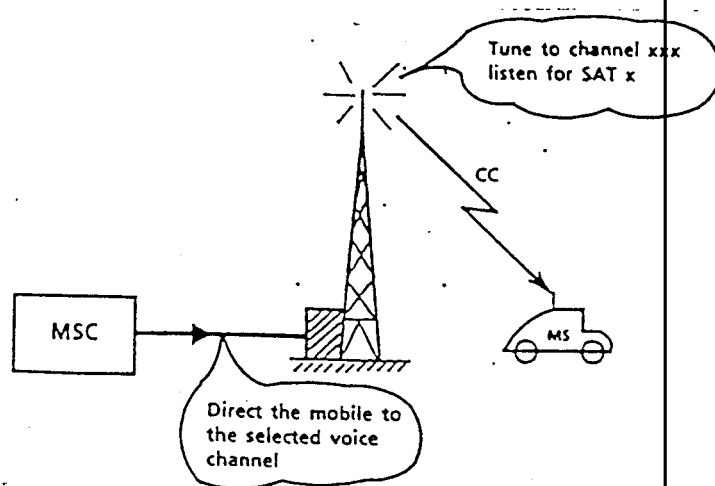
GAMBAR 2.14

PEMILIHAN VC HUBUNGAN MTSO - MS

Misalkan MTSO memilih VC xxx, kemudian menyuruh MS beralih ke VC xxx dan mendengar SAT x melalui CC dari RBS. Lihat gambar 2.15.

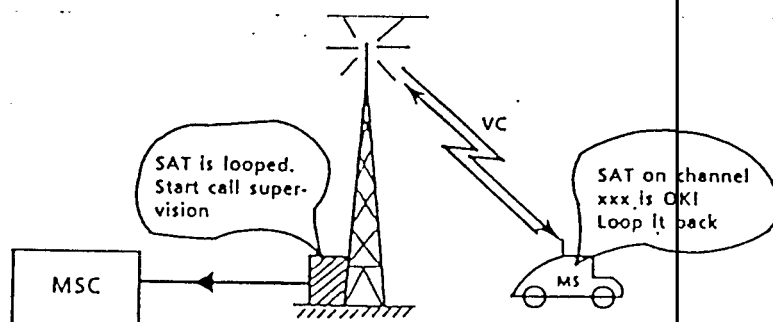
Setelah MS menemukan SAT yang sesuai pada kanal xxx, SAT tersebut dikirim kembali melalui VC ke RBS untuk diteruskan ke MTSO. Pengawasan panggilan dimulai setelah SAT diterima MTSO kembali, seperti pada gambar 2.16.

MTSO mengirim *alert order* ke MS melalui VC untuk menghidupkan *signalling tone* dan menimbulkan bunyi dering, seperti ditunjukkan gambar 2.17.



GAMBAR 2.15

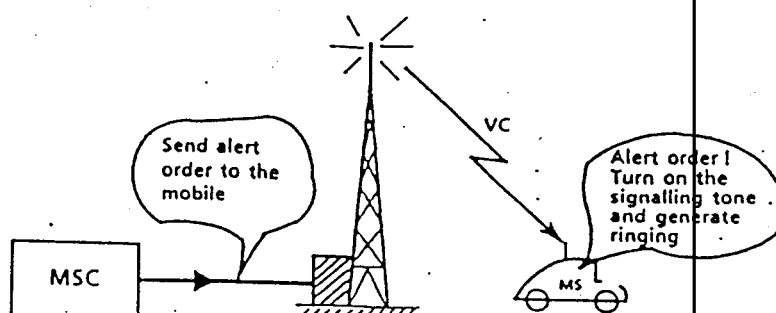
PERALIHAN MS KE VC xxx



GAMBAR 2.16

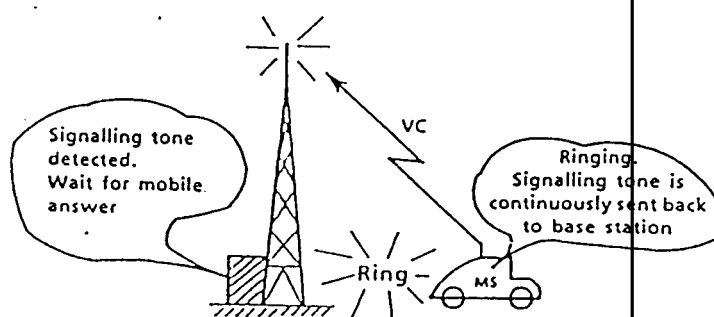
PROSES *TIME SUPERVISED*

Signalling tone dikirimkan terus menerus ke RBS. RBS mendeteksi signalling tone sambil menunggu MS menjawab dering, seperti gambar 2.18.



GAMBAR 2.17

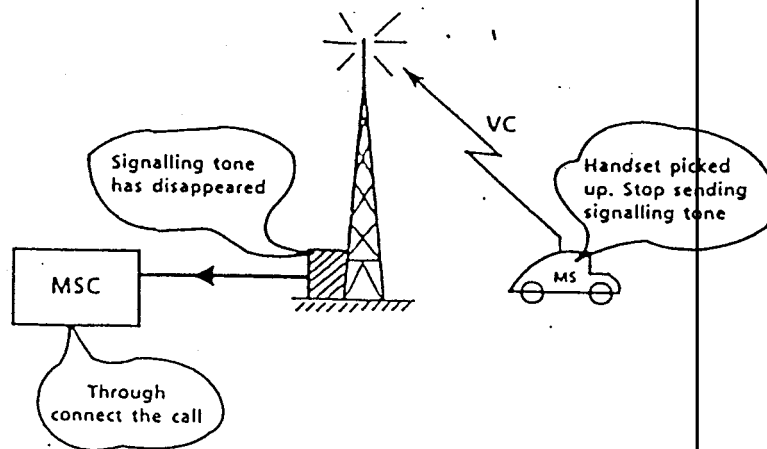
ALERT ORDER



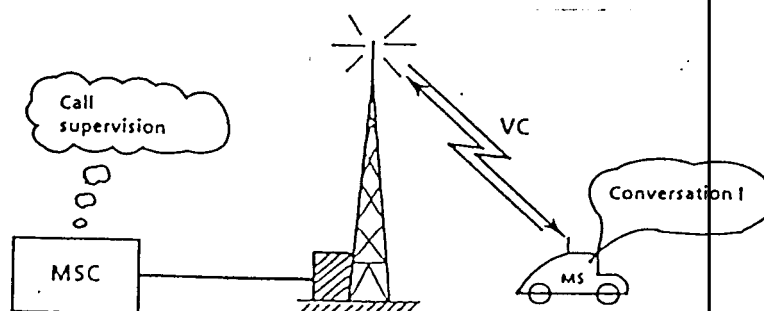
GAMBAR 2.18

PENGIRIMAN SIGNALLING TONE

Pada saat hand-set diangkat, MS berhenti mengirim signalling tone. Dengan demikian pendeteksian signalling tone oleh RBS terhenti, dan hubungan percakapan dimulai. Lihat gambar 2.19.



GAMBAR 2.19
PENGANGKATAN HAND SET OLEH MS



GAMBAR 2.20
HUBUNGAN DARI MTSO - MS

Berlangsungnya hubungan percakapan selalu diawasi MTSO, seperti gambar 2.20.

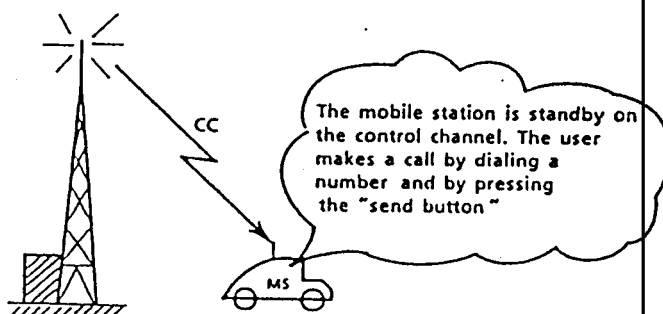
II.3.2 Panggilan dari MS ke Fixed Telephone

Usaha panggilan dari MS diterima oleh RBS terdekat melalui CC. *Access signal* dikirim MS ke MTSO yang berisi identifikasi pesawat dan nomor fixed telephone subscriber yang hendak dihubungi. MTSO memilih VC yang akan dipergunakan oleh MS.

Gambar 2.21 sampai gambar 2.28 memberikan penjelasan yang lebih terperinci tentang prosedur panggilan ini.

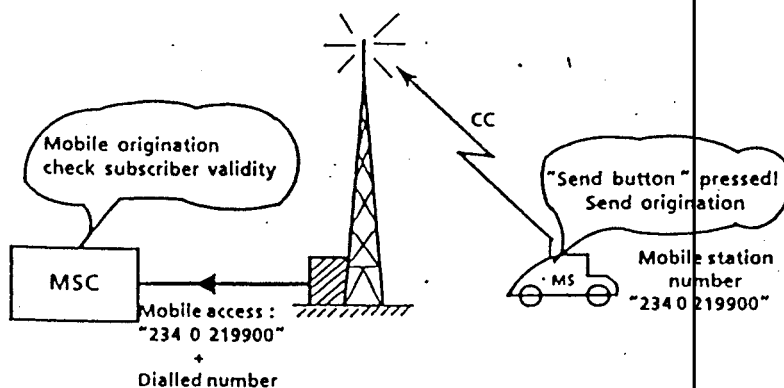
Pada saat MS mengangkat hand-set, MTSO sudah menyediakan CC yang kosong. MS mulai memilih nomor yang hendak dihubungi dengan menekan *send button*, seperti ditunjukkan gambar 2.21.

Setelah menekan send-button, MS mengirimkan nomor pesawat dan nomor pelanggan fixed telephone yang akan

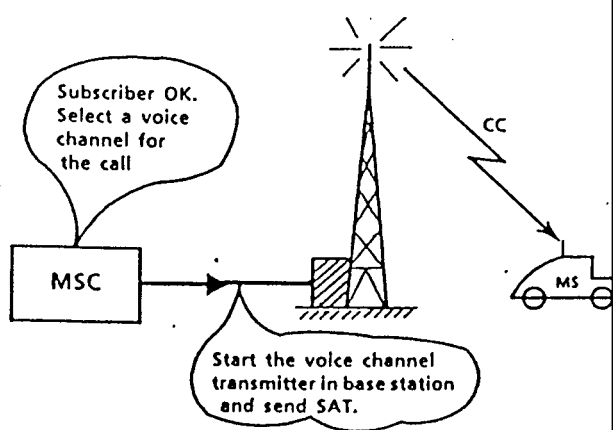


GAMBAR 2.21
PANGGILAN DARI MS

dihubungi melalui RBS terdekat. Setelah diterima, MTSO mengecek kebenaran nomor MS tersebut. Lihat gambar 2.22.



GAMBAR 2.22
MOBILE ACCESS



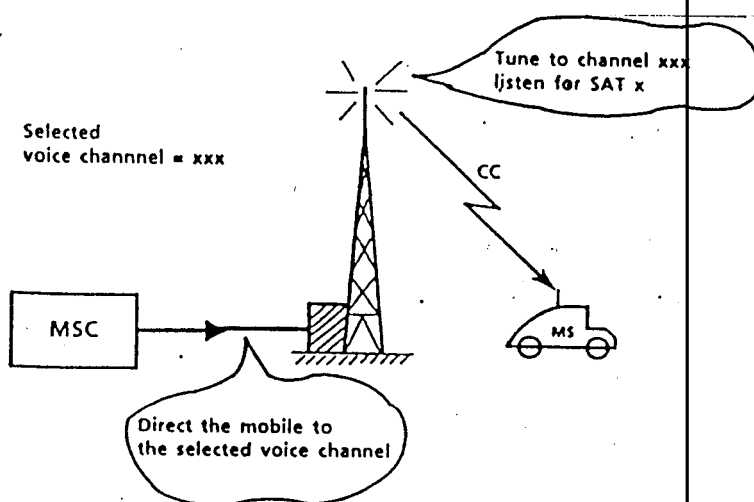
GAMBAR 2.23
PEMILIHAN VC HUBUNGAN MS - MTSO

MTSO memilih VC untuk hubungan ini dan menyuruh RBS untuk mengirimkan SAT, seperti gambar 2.23 berikut ini.

Kemudian MTSO menyuruh MS menyesuaikan dengan VC yang dipilih, misal xxx dan mendengar SAT yang dikirimkan, yang ditunjukkan gambar 2.24.

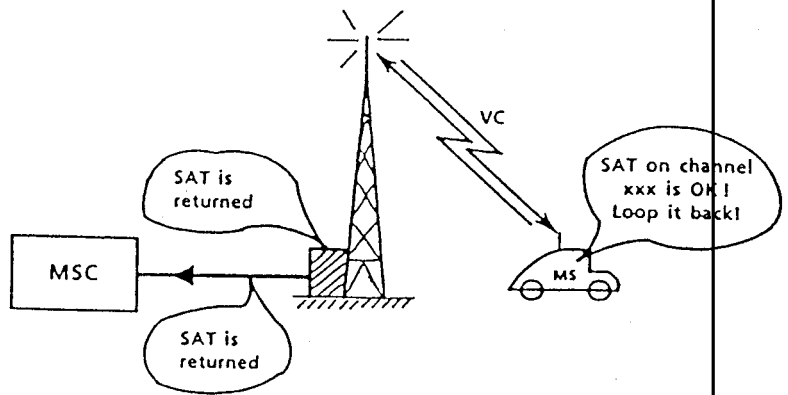
Setelah MS menerima SAT x pada kanal xxx, MS mengirim SAT tersebut kembali ke MTSO melalui RBS, seperti gambar 2.25.

MTSO menganalisa nomor pelanggan fixed telephone dan memilih route ke jaringan PSTN. Pada saat ini MS masih terus menirinkan SAT ke MTSO. Lihat gambar 2.26.



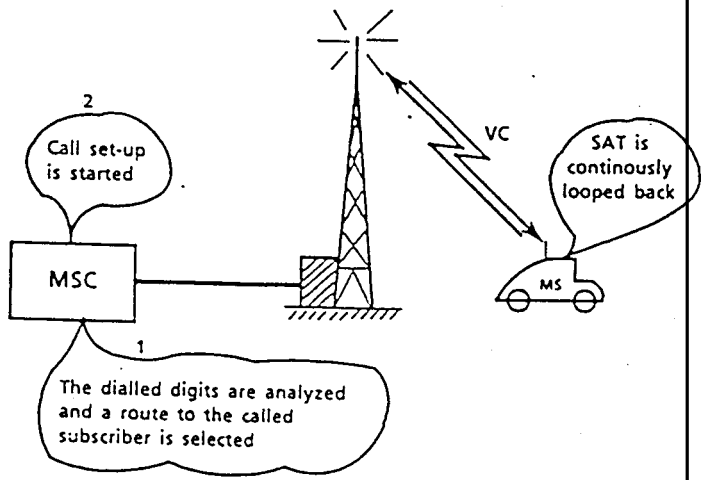
GAMBAR 2.24

PENGIRIMAN SAT



GAMBAR 2.25

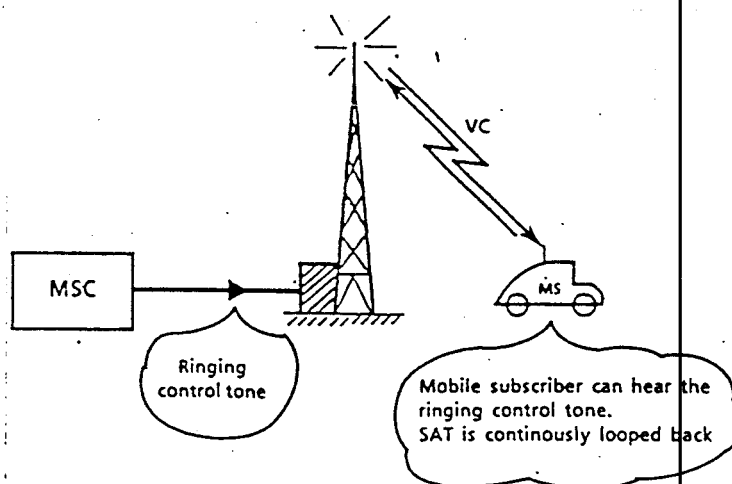
SAT LOOP BACK



GAMBAR 2.26

ANALISA NOMOR PELANGGAN FIXED TELEPHONE

Pada saat ini PSTN sedang mengirim ringing tone ke pelanggan fixed telephone yang dimaksud. Sementara itu MTSO mengirim ringing control tone ke MS melalui VC. MS masih terus mengirimkan SAT. Perhatikan gambar 2.27.



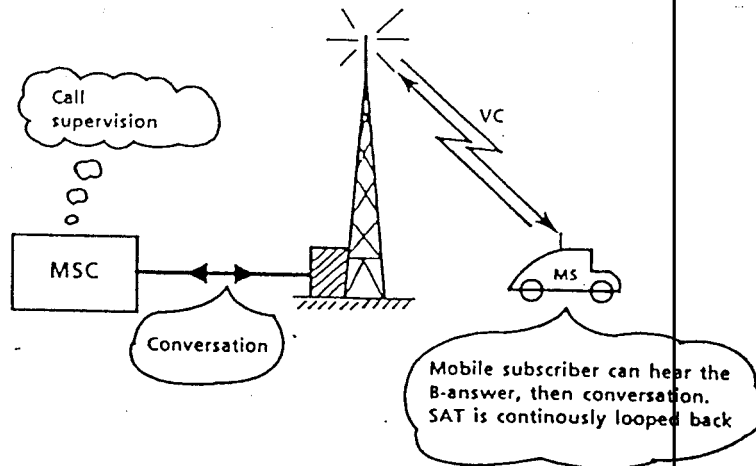
GAMBAR 2.27

PENGIRIMAN RINGING CONTROL TONE OLEH MTSO

Hubungan percakapan dimulai saat pelanggan fixed telephone mengangkat hand-set. MTSO mengadakan pengawasan selama berlangsungnya hubungan, termasuk perhitungan pulsa, seperti ditunjukkan gambar 2.28.

II.3.3 Hand-off

Pada komunikasi radio mobil seluler terdapat daerah yang dicakup oleh stasiun dasar, yang disebut sel.



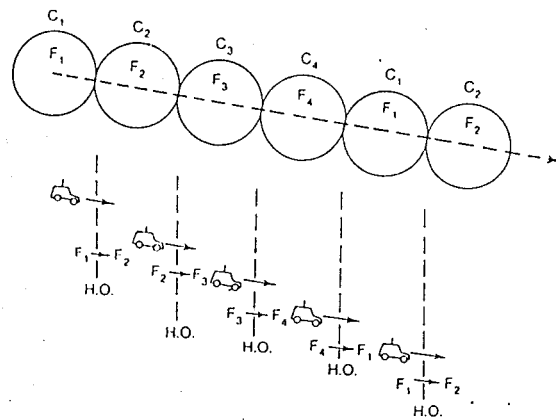
GAMBAR 2.28

HUBUNGAN DARI MS - MTSO

Karena pada komunikasi radio seluler terdapat banyak sel, maka suatu mobil mungkin untuk bergerak dari satu sel ke sel yang lain. Hal ini salah satu penyebab terjadinya *hand-off*. Proses terjadinya *hand-off* dapat digambarkan dalam gambar 2.29.

Jika unit mobil berada pada sel pertama (C1) dengan frekuensi f_1 dan mobil tersebut bergerak melewati sel-sel yang berlainan maka setiap kali mobil itu memasuki sel lain yang jelas menggunakan kanal yang berbeda dengan sel sebelumnya maka akan timbul proses *hand-off*, yang dikontrol oleh sentral switching dari sistem tersebut.

Kejadian lain yang mengakibatkan terjadinya proses *hand-off* adalah jika suatu kendaraan pada suatu sel

GAMBAR 2.29¹³⁾

PROSES HAND OFF

memasuki daerah lain yang mengakibatkan base stasiun pada sel tersebut lemah menerima kekuatan sinyal yang terukur (misalnya suatu sel yang memiliki banyak penghalang dalam daerah cakupannya, gunung, maupun bukit-bukit sehingga antara base stasiun dan mobil terhalang yang menyebabkan sinyal lemah atau mungkin bisa hilang) sehingga mobil berpindah kanalnya ke base stasiun lain.

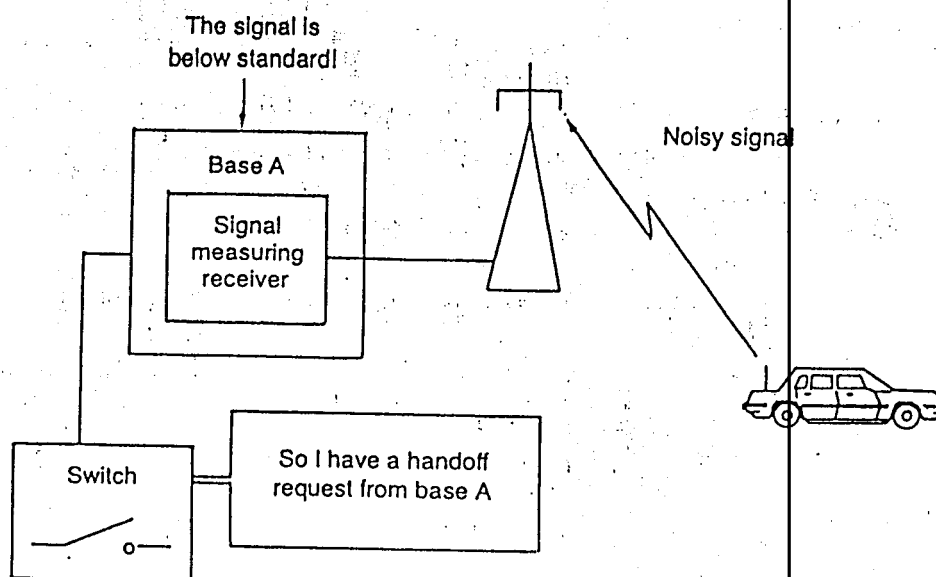
Pada sistem NMT-450, di samping dipengaruhi oleh hasil *signal strength measurement*, mekanisme *hand-off* juga mempertimbangkan hasil pengukuran *signal to noise ratio (S/N)*.

¹³⁾ Lee, William C. Y., *Mobile Cellular Telecommunication Systems*, McGraw-Hill Book Company, 1989, p. 60.

Gambar 2.30 sampai gambar 2.33 membantu menjelaskan terjadinya mekanisme *hand-off*.

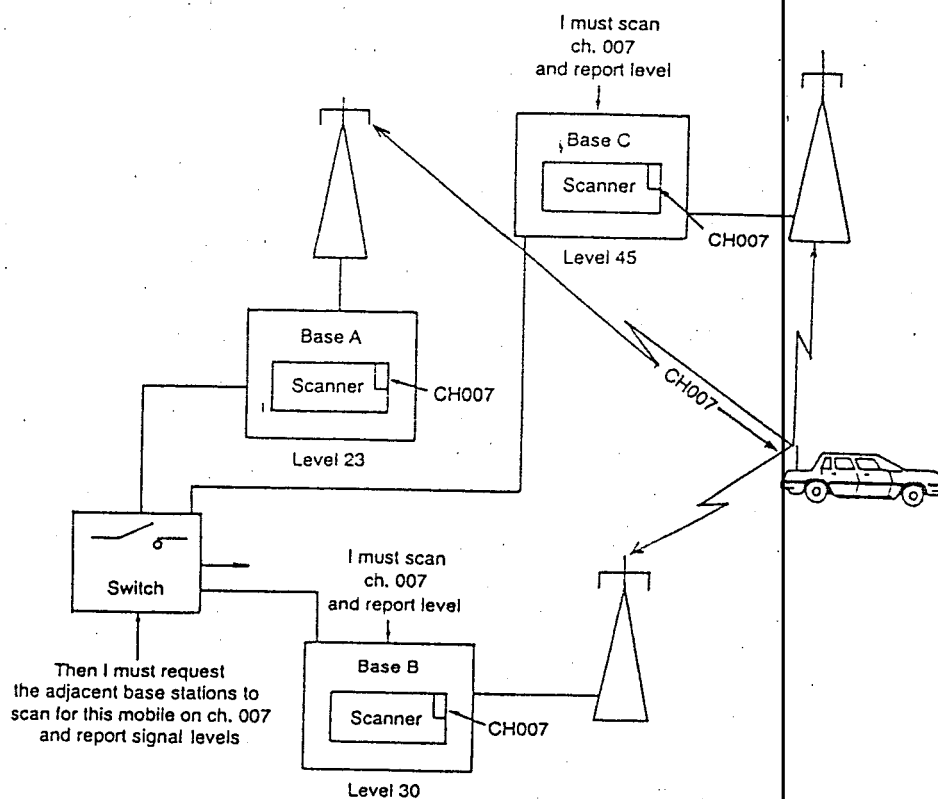
Stasiun dasar A melaporkan ke MTSO bahwa hasil pengukuran *signal strength* dari MS di bawah standar. Perhatikan gambar 2.30.

MTSO meminta RBS setiap sel di dekat sel A untuk mengukur *signal strength* dari MS dan mengirimkannya ke MTSO, seperti gambar 2.31 di bawah ini.



GAMBAR 2.30¹⁴⁾
PERMINTAAN HAND OFF

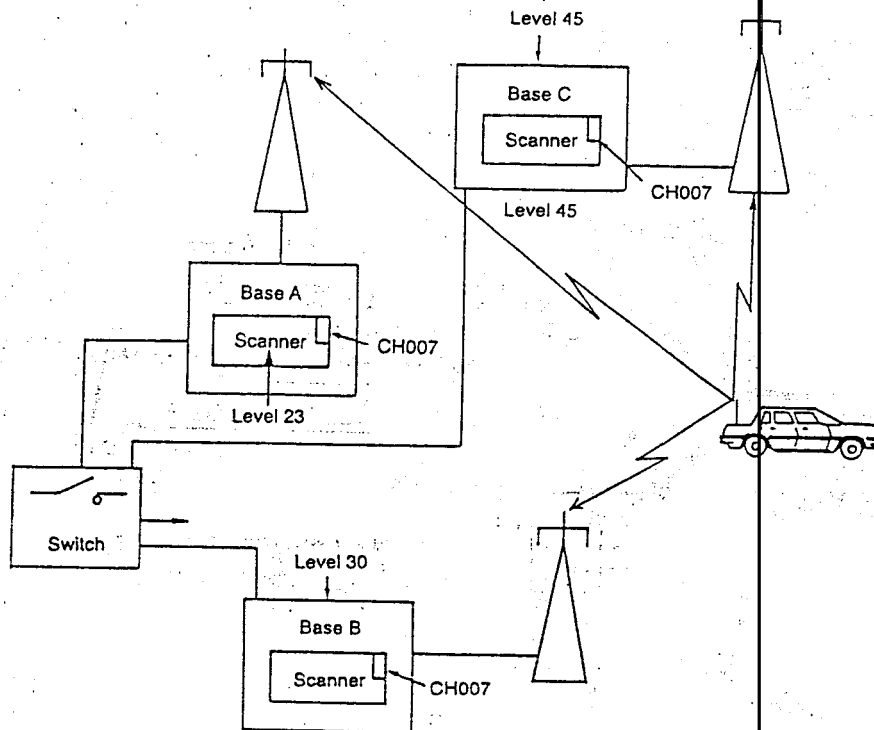
¹⁴⁾ Boucher, Neil J., Op. Cit., p. 146.

GAMBAR 2.31^{15>}

PENGUKURAN SIGNAL STRENGTH OLEH RBS LAIN

Setelah RBS B dan C melaporkan hasil pengukurannya ke MTSO, selanjutnya MTSO memilih hasil pengukuran yang terbaik. Hasil terbaik dalam arti lebih baik dari pada hasil pengukuran RBS A. Lebih jelasnya perhatikan gambar 2.32.

^{15>} Boucher, Neil J., Dp. Cit., p. 147.



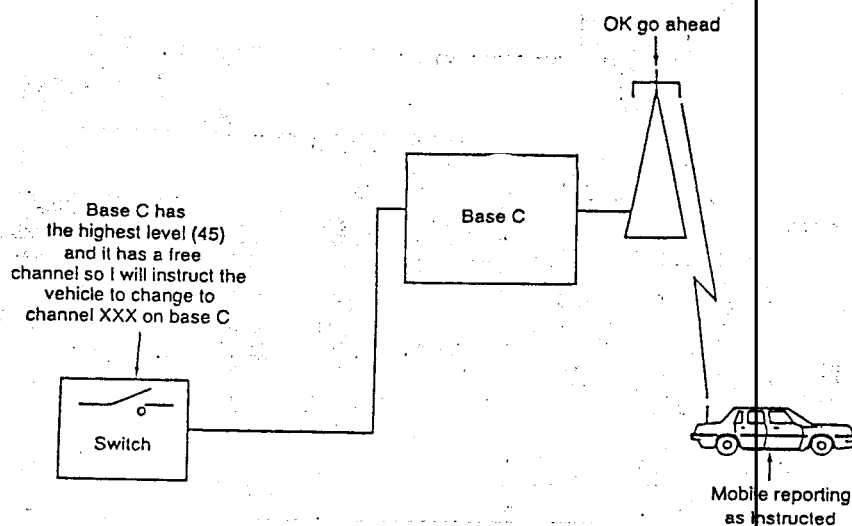
GAMBAR 2.32^{16>}
PEMILIHAN RBS BARU

RBS C melaporkan hasil pengukuran terbaik, berarti RBS ini yang akan menangani hubungan pembicaraan selanjutnya. Lihat gambar 2.33.

II.3.4 Roaming

Setiap pelanggan mobil (MS) tercatat dalam salah satu MTSO yang dinamakan sebagai *Home Mobile Telephone*

^{16>} Boucher, Neil J., Op. Cit., p. 148.

GAMBAR 2.33^{17>}

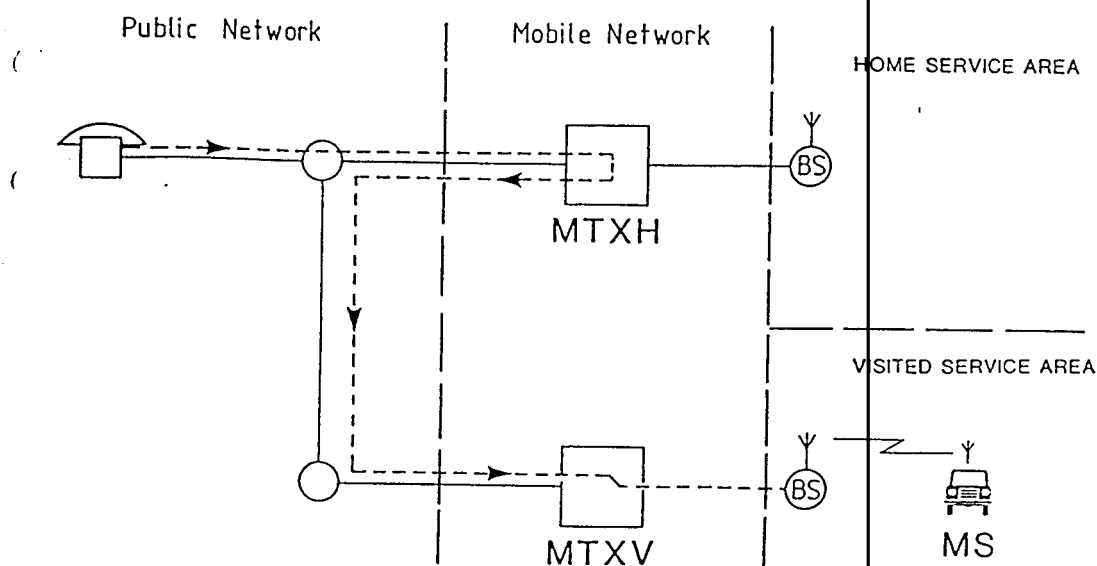
HAND OFF

Switching Office (HMTSO). Semua informasi yang menyangkut MS tersebut tersimpan dalam HMTSO. Jika pelanggan mobil (MS) melakukan perjalanan ke *service area* lain, yang dikontrol oleh *Visited Mobile Telephone Switching Office (VMTSO)* terjadilah apa yang dinamakan *automatic roaming procedure*.

Segera setelah MS berada pada traffic area di service area baru, MS akan mendeteksi kejadian ini melalui kode traffic area yang dikirim pada CC. MS kemudian secara otomatis menghubungi VMTSO. Jika VMTSO

^{17>} Boucher, Neil J., Op. Cit., p 148.

sudah dihubungi, sentral ini akan memberikan informasi ke HMTSO bahwa MS berada di daerah pelayanannya. HMTSO akan membalas dengan mengirimkan sinyal-sinyal tentang katagori pelanggan ke VMTSO yang akan disimpan bersama-sama dengan nomor pelanggan dan identitas mengenai traffic area. Sebuah panggilan ke MS pertama kali akan melalui route HMTSO, kemudian VMTSO sesuai dengan informasi pada HMTSO seperti terlihat pada gambar 2.34.



GAMBAR 2.34¹⁸⁾

ROUTE VMTSO

¹⁸⁾ Library Survey, Op. Cit., p. 30.

BAB III

SPEKIFIKASI STKB

III.1 Umum

Pada akhir tahun 1986 di Jakarta telah dioperasikan Sistem Telepon Kendaraan Bergerak Seluler (STKB-C) dengan sistem *NMT-450*, yaitu sistem yang dikembangkan oleh negara-negara *NORDIC* (*Swedia, Norwegia, Denmark dan Finlandia*) yang menggunakan peralatan produksi Ericsson. Wilayah-wilayah yang sudah mendapat pelayanan STKB-C ini meliputi Jakarta, Bogor, Bandung serta sepanjang jalan raya Jakarta-Bandung.

Karena Indonesia belum menetapkan standar sistem telepon kendaraan bergerak yang beroperasi, pada tahun 1989 di Jakarta mulai dioperasikan *Sistem Telepon Kendaraan Bergerak Nasional* (STKB-N) dengan sistem *Advanced Mobile Phone Service* (AMPS), yaitu sistem yang dikembangkan oleh negara Amerika Serikat yang menggunakan peralatan produksi Motorola. Sampai Maret 1993 daerah pelayanan STKB-N ini meliputi Jakarta-Bandung area, Surabaya-Malang area, dan Semarang area.

Adanya istilah *STKB-C* dan *STKB-N* hanya untuk membedakan jenis sistem yang beroperasi, tetapi pada dasarnya prinsip pembagian daerah pelayanan kedua sistem

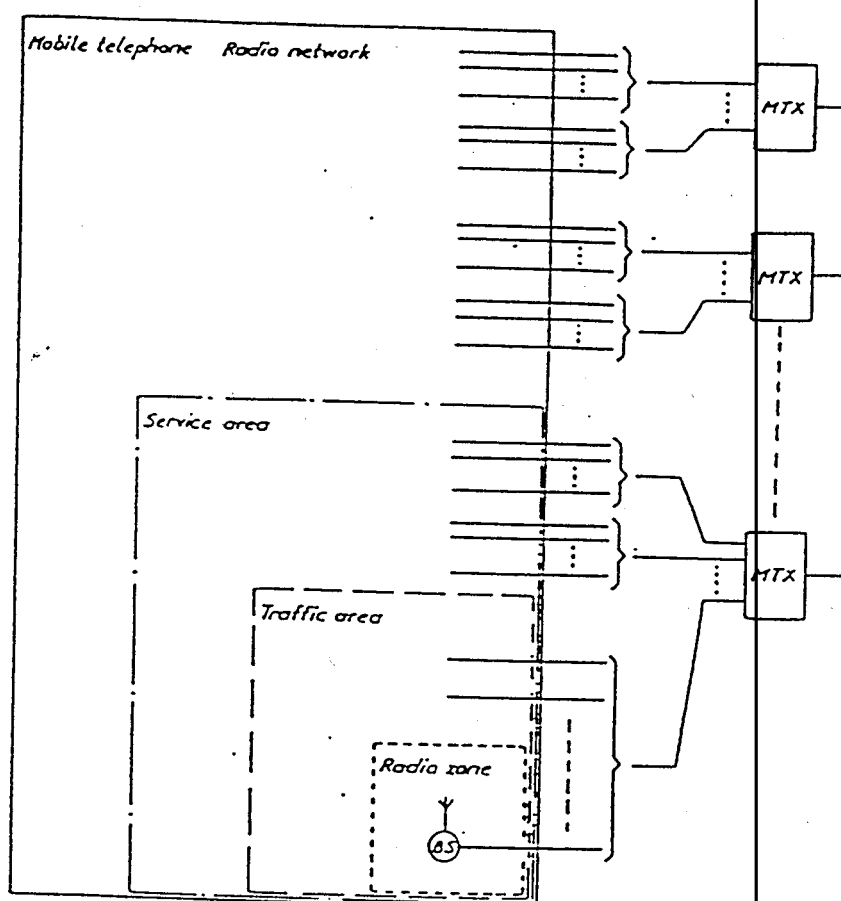
tersebut adalah sama, dengan menggunakan *konsep sel*. Karena negara yang memproduksi kedua sistem telepon radio ini berbeda, terdapat beberapa perbedaan istilah seperti pada tabel berikut ini.

TABEL 3.1
PERBEDAAN ISTILAH SISTEM TELEPON MOBIL

Umum	NMT-450	AMPS
MTSO (Mobile Telephone Switching Office)	MTX (Mobile Telephone Exchange)	EMX (Electronic Mobile Exchane)
Stasiun Dasar Radio	BS (Base Station)	RBS (Radio Base Station)
Unit Stasiun Mobil	MS (Mobile Station)	MS (Mobile Station)
Kanal Kontrol	CC (Calling Channel)	CC (Control Channel)
Kanal Percakapan	TC (Traffic Channel)	VC (Voice Channel)

Berdasarkan konsep sel satu *service area* (daerah pelayanan) yang dikontrol oleh satu MTSO terbagi menjadi beberapa *Traffic Area (TA)*. Dalam satu *TA* diletakkan beberapa *Stasiun Radio Dasar* yang menangani daerah yang lebih kecil, yang disebut *sel*. Untuk memahami lebih jauh tentang pembagian ini perhatikan gambar 3.1 dan gambar 3.2.

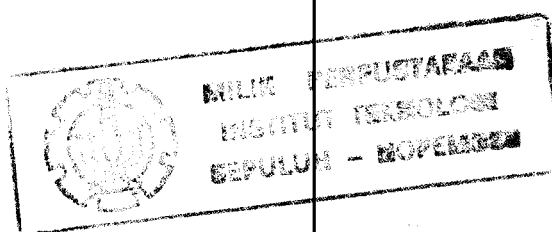
Dalam sistem NMT-450 sebuah *service area* dapat dibagi menjadi 16 TA dan jumlah sel dalam satu TA bervariasi mulai 1 sampai 64 buah.

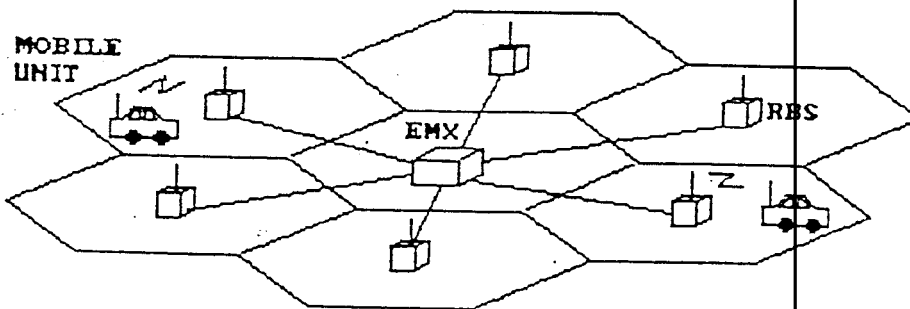


GAMBAR 3.118>

PEMBAGIAN DAERAH PELAYANAN STKB NMT-450

18> Proposal For Nation Wide Cellular Mobile Telephone System For The Republic of Indonesia, Mobile Telephone Exchange, p. 49.





GAMBAR 3.220>

PEMBAGIAN DAERAH PELAYANAN STKB AMPS

Sehingga total ada 1024 sel yang ditangani satu MTX. Sedangkan kapasitas pelanggan yang bisa ditangani oleh satu MTX lebih kurang 60.000 pelanggan.

III.2 Strukur Sistem

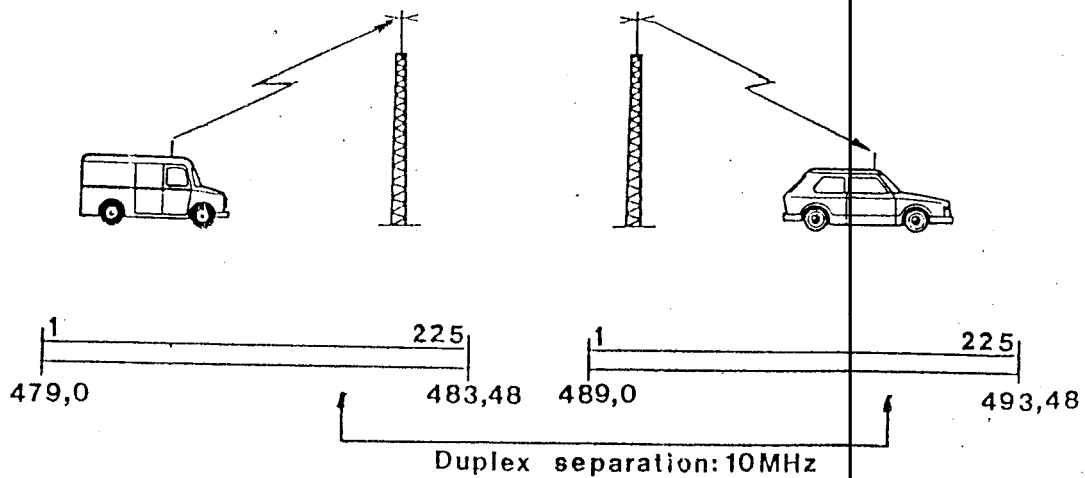
III.2.1 Pita Frekuensi

Sistem NMT-450 dapat diterima di UHF-band dengan frekuensi kerja ditinjau dari BS sebagai berikut :

- Transmit (kirim) : 489 - 493,5 MHz
- Receive (terima) : 479 - 483,5 MHz

Channel spacing 20 kHz dan *duplex separation* 10 MHz, seperti ditunjukkan gambar 3.3.

20> Young, W. R., Introduction, Background, and Objectives, The Bell Systems Technical Journal, Vol. 58, No. 1.



GAMBAR 3.3²¹⁾
FREQUENCY RANGE STKB NMT-450

Ditinjau dari RBS sistem AMPS mempunyai pita frekuensi sebagai berikut :

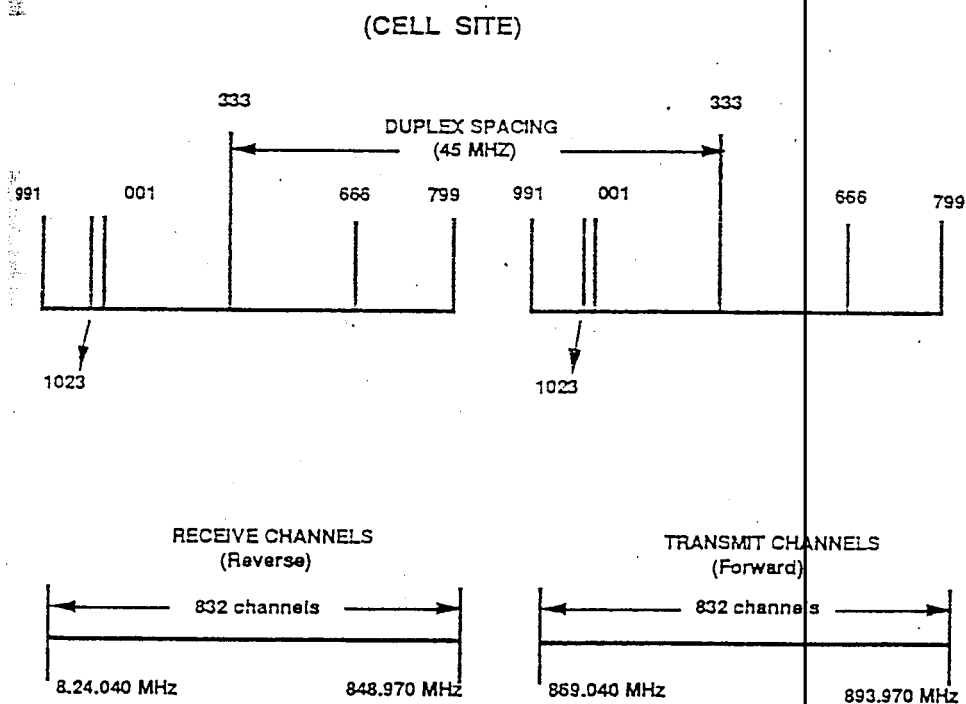
- Transmit (kirim) : 869,040 - 893,970 MHz
- Receive (terima) : 824,040 - 848,970 MHz

Channel spacing 30 kHz dan *duplex separation* 45 MHz, dengan kapasitas kanal sebanyak 832 buah (dengan pengulangan frekuensi), seperti ditunjukkan gambar 3.4.

²¹⁾ Proposal for Nation Wide Celluler Mobile Telephone Systems, Op. Cit., p. 50.

III.2.2 Alokasi Kanal

Pada umumnya hubungan antara MTSO dan MS ditunjukkan oleh *channel* (kanal) yang terdiri atas hubungan point-to-point 4-wire antara MTSO dan BS, dan radio channel antara BS dan MS. Setiap hubungan radio terdiri dari dua frekuensi, satu untuk *kirim* dan satu lagi untuk *terima*, ini yang dinamakan *Duplex Channel*.



GAMBAR 3.422>

FREQUENCY RANGE STKB AMPS

22> Motorola Inc., Subscriber Unit to Cell Interface, RTS6 Technical Education Departement, p. 9.

III.2.2.1 Sistem NMT-450

Sistem ini mempunyai kanal 225 buah (tanpa reuse frequency). Kanal no. 1 adalah frekuensi terendah (479 MHz untuk terima, 489 MHz untuk kirim) dan kanal no. 225 adalah frekuensi tertinggi (483,480 MHz untuk terima, 493,480 MHz untuk kirim).

Kanal-kanal mempunyai fungsi sebagai berikut :

- *Calling Channel*

Di setiap BS sepasang kanal dipakai sebagai *Calling Channel (CC)*. Kanal ini dipergunakan untuk memulai suatu hubungan panggilan ke MS. Panggilan ke MS dikirim melalui CC di dalam TA di mana MS berada. Call acknowledgement dari MS juga dikirim melalui kanal ini. *Time per call* pada CC sekitar 0,25 detik, berarti akan melayani maksimum 1440 calls/hour. Ini adalah maksimum *calling rate* yang dapat ditangani di satu TA.

- *Free Traffic Channel*

Kanal ini dipakai untuk *originating calls* dari MS. Jika MS mengadakan usaha panggilan dengan mengangkat hand-set, sinyal panggilan dikirim ke MTX melalui TC. Jumlah *free traffic channel* tergantung pada situasi trafik di BS.

- *Busy Traffic Channel*

Kanal radio yang dipakai untuk *call set-up* dan *hubungan percakapan*.

- *Idle Traffic Channel*

Menyatakan sebuah TC yang tidak dipakai pada suatu kesempatan (kosong), dimana transmitter di BS dalam keadaan mati. MTX dapat menghidupkan transmitter sewaktu-waktu dan menggunakan kanal ini untuk hubungan percakapan.

- *Combined Channel*

CC di BS bisa didefinisikan sebagai *combined channel* (kanal gabungan) dengan suatu perintah. Jika semua TC terpakai dan hanya CC yang tersedia, MS dapat mengadakan panggilan melalui CC.

III.2.2.2 Sistem AMPS

Dalam sistem AMPS bandwidth yang ada terbagi menjadi dua (2), yaitu *Band A (non-wireline)* dan *Band B (wireline)*, yang mempunyai alokasi kanal sebagai berikut:

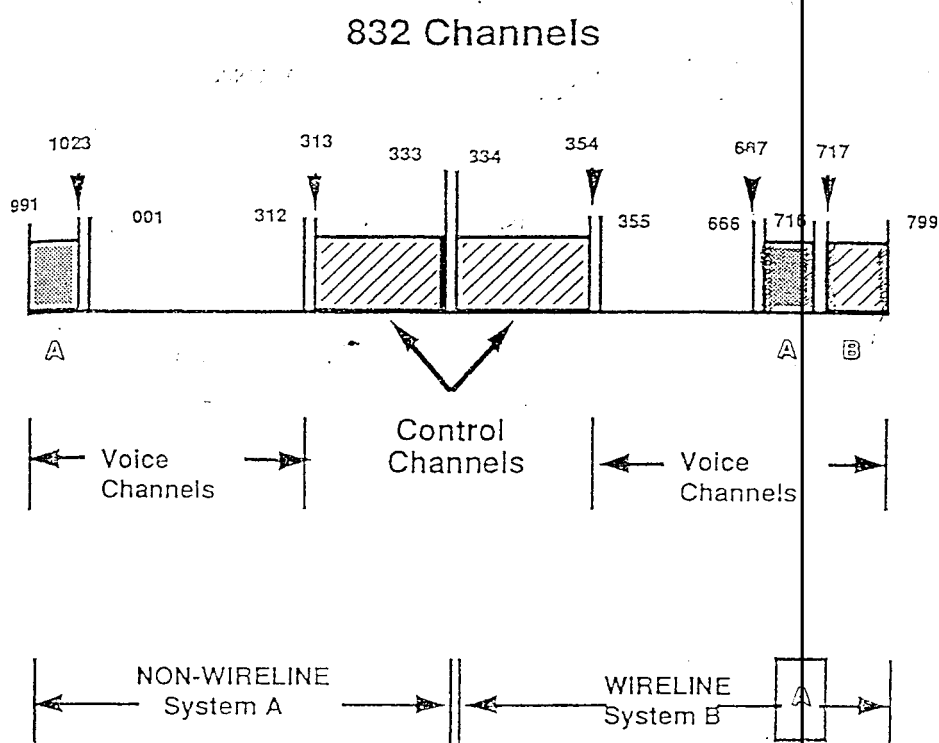
1. Band A (non-wireline)

- control channel (21)	:	313 - 333	
- voice channel (395)	:	001 - 312	A
		667 - 716	A'
		991 - 1023	A''

2. Band B (wireline)

- control channel (21)	:	334 - 354	
- voice channel (395)	:	355 - 666	B
		717 - 799	B'

Setiap band menempati setengah dari seluruh jumlah kanal yang tersedia, seperti yang terlihat pada gambar 3.5.



GAMBAR 3.5^{23>}

ALOKASI KANAL PADA SISTEM AMPS

Dari kanal-kanal yang dialokasikan di atas, 21 kanal di antaranya digunakan untuk kanal pengontrolan antara EMX dan MS dan selebihnya digunakan untuk kanal

^{23>} Ibid., p. 7

suara. *Control channel* dan *calling channel* ini masih dibedakan lagi sebagai berikut :

- *Forward Control Channel (FOCC).*

FOCC adalah kanal control yang berisi informasi dengan band lebar, yang dikirimkan dari stasiun tetap (EMX dan RBS) ke MS. Data-data tersebut dikirimkan dengan kecepatan $10 \pm 0,1$ kbps.

- *Reverse Control Channel (RECC).*

RECC adalah kanal kontrol yang berisi informasi dengan band lebar, yang dikirimkan dari MS ke stasiun tetap (EMX dan RBS). Setiap informasi RECC terdiri dari 1 sampai 7 words, di mana masing-masing word berisi 48 bit, termasuk parity. Informasi tersebut berisi informasi panggilan, nomor yang akan dipanggil, nomor telepon mobil dan nomor seri mobil.

- *Forward Voice Channel (FOVC).*

FOVC merupakan kanal percakapan yang berisi informasi yang dikirim dari dari stasiun tetap (EMX dan RBS) ke semua unit MS. *FOCC* berisi informasi-informasi sebagai berikut :

- informasi umum, perubahan level daya pada telepon mobil, send digits, alert, audit, dan release (pemutusan).
- hand-off, informasi tentang kanal suara yang baru, informasi tentang SAT yang baru.

- *Reverse Voice Channel (REVC)*.

REVC adalah kanal percakapan yang dipakai untuk order confirmation dan dialed digits yang dikirim dari unit MS ke stasiun tetap (EMX dan RBS).

III.3 Sistem Pensinyalan

III.3.1 Umum

Dalam sistem telepon mobil terdapat banyak pensinyalan antara komponen-komponen utamanya. Signal-signal itu mempunyai fungsi sebagai berikut :

- (i) Pensinyalan antara MTSO dan MS
 - setting up dan pembebasan panggilan
 - hand-off
 - updating
 - ordering of change of transmitted power
- (ii) Pensinyalan antara MTSO dan BS
 - remote control of BS
 - transfer of alarm
- (iii) Pensinyalan antara BS dan MS
 - mengontrol kualitas transmisi
- (iv) Pensinyalan antara MTSO dan PSTN
 - setting up calls

III.3.2 Supervisi

III.3.2.1 Supervisory Audio Tone (SAT)

Supervisory Audio Tone (SAT) adalah nada-nada tertentu yang dikirimkan oleh Radio Base Station ke Mobile Station Unit melalui kanal percakapan. Nada ini digunakan untuk mengidentifikasikan pembicaraan dalam sel dan untuk menandai trafik dalam sebuah sel dari kemungkinan interferensi traffic dari sel yang berdekatan. Sel yang berdekatan memiliki SAT yang berbeda. SAT hanya digunakan atau dipancarkan melalui kanal suara. SAT tersebut dibangkitkan oleh stasiun radio dasar dan dikirim kembali oleh unit mobil ke stasiun dasar untuk tujuan pengawasan (*supervisory*).

Fungsi pengawasan oleh RBS :

- memeriksa Signal-to-Noise Ratio dari SAT yang dikirimkan kembali oleh unit mobil.
- memantau kekuatan sinyal RF dari unit mobil.

Dalam masing-masing sistem telepon radio frekuensi dari nada-nada yang dikirimkan berbeda, seperti ditunjukkan tabel 3.2.

Dalam sistem seluler AMPS terdapat istilah SAT Color Code (SCC), yang digunakan untuk mengidentifikasi frekuensi SAT mana yang harus diterima oleh unit mobil.

TABEL 3.2
SUPERVISORY AUDIO TONE (SAT)

Notation	NMT-450		AMPS	
	coding	SAT (Hz)	SCC	SAT (Hz)
fø1	0011	3955	00	5970
fø2	1100	3985	01	6000
fø3	1001	4015	10	6030
fø4	0110	4045	11	-

III.3.2.2 Signalling Tone (ST)

Signalling tone adalah nada sebesar 10 kHz \pm 1 Hz yang digunakan hanya dalam arah unit mobil ke stasiun radio dasar. Signalling tone ini dikirim untuk menandai:

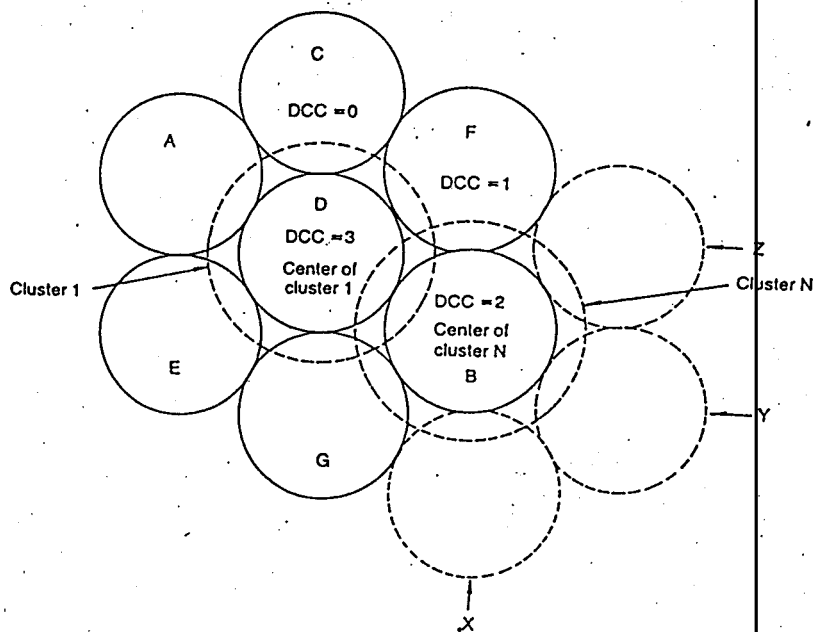
- unit mobil memutuskan hubungan
- unit mobil melakukan *hook-flash*
- terjadinya hand-off

III.3.2.3 Digital Color Code (DCC)

Digital Color Code (DCC) dikirimkan oleh stasiun dasar melalui kanal pensinyalan (kanal control) dan dikirim kembali oleh unit mobil. *DCC* yang dikirimkan oleh stasiun dasar merupakan data 2 bit yang menyatakan sel yang memakai kanal bersama (memakai frequency reuse).

Unit mobil yang menempati suatu sel yang memiliki kanal yang sama dengan sel lain (sel yang menggunakan guna ulang frekuensi) akan menerima *DCC* dari stasiun dasar, melalui kanal pensinyalan, dan mengirimkan kembali *DCC* ke cell site.

Ada 4 *DCC* code : 0, 1, 2, 3, seperti ditunjukkan gambar 3.6.



GAMBAR 3.6²⁴⁾

ALOKASI DIGITAL COLOR CODE

²⁴⁾ Neil J. Boucher, Op. Cit., p. 104.

III.3.3 Kodefikasi Sinyal Informasi

Untuk mengatasi *fading characteristics* pada radio path, digunakan *error correcting code*. Masing-masing sistem telepon radio mempunyai prinsip pengkodean tersendiri.

III.3.3.1 Nordic Mobile Telephone (NMT-450)

Pengkodean yang digunakan adalah :

HAGLBARGER ERROR CORRECTION CODE

Kode ini mampu mengoreksi *error bursts* sampai 6 bit dan jarak antara dua *error bursts* sedikitnya 20 bit.

Proses pengkodean menurut formula berikut^{25>} :

$$\begin{array}{lcl}
 \begin{array}{l} Y_{2i-1} \\ \text{(parity check bits)} \end{array} & \left\{ \begin{array}{ll} \overline{X_i} & \text{untuk } i = 1 \text{ to } 3 \\ \overline{X_i \oplus X_{i-3}} & i = 4 \text{ to } 64 \\ \overline{X_{i-3}} & i = 65 \text{ to } 67 \\ 1 & i = 68 \text{ to } 70 \end{array} \right. \\
 \\
 \begin{array}{l} Y_{2i} \\ \text{(information bits)} \end{array} & \left\{ \begin{array}{ll} 0 & i = 1 \text{ to } 6 \\ X_{i-6} & i = 7 \text{ to } 70 \end{array} \right.
 \end{array}$$

dimana : Y_i melambangkan output (keluaran) encoder

X_i melambangkan input (masukan) encoder

\oplus melambangkan penjumlahan modulo 2

^{25>} Ibid., p. 48.

Setiap bit informasi dinyatakan dengan 2 bit output, bit yang mendahului adalah parity check bit baru diikuti bit informasi.

Contoh prosedur kodefikasi :

Frame number 1, Free calling channel indication

N₁ N₂ N₃ P(12) Y₁ Y₂ JJJJJJJJJ

N ₁	= 1	menunjukkan biner	0001
N ₂	= 3	menunjukkan biner	0011
N ₃	= 5	menunjukkan biner	0101
P(12)	= 12	menunjukkan biner	1100
Y ₁	= 6	menunjukkan biner	0110
Y ₂	= 4	menunjukkan biner	0100
J	= 0	menunjukkan biner	0000
X	= X ₁ , X ₂ , X ₃ , X ₄ ,, X ₆₃ , X ₆₄		
	= 000100110101110001100100....0000		

Sesuai formula di atas, encoded message :

$Y = Y_1, Y_2, Y_3, \dots, Y_{140}$

Y ₁ = 1	;	Y ₁₁ = 1	;	....
Y ₂ = 0	;	Y ₁₂ = 0	;	Y ₁₃₃ = 1
Y ₃ = 1	;	Y ₁₃ = 1	;	Y ₁₃₄ = 0
Y ₄ = 0	;	Y ₁₄ = 0	;	Y ₁₃₅ = 1
Y ₅ = 1	;	Y ₁₅ = 0	;	Y ₁₃₆ = 0
Y ₆ = 0	;	Y ₁₆ = 0	;	Y ₁₃₇ = 1

$Y_7 = 0$; $Y_{17} = 1$; $Y_{138} = 0$
 $Y_8 = 0$; $Y_{18} = 0$; $Y_{139} = 1$
 $Y_9 = 1$; $Y_{19} = 1$; $Y_{140} = 0$
 $Y_{10} = 0$; $Y_{20} = 1$

Sehingga dalam satu frame penuh terdapat deretan bit sebagai berikut :

10101010101011110001001010101000101010001011...0101010

III.3.3.2 Advanced Mobile Phone Service

Pengkodean yang digunakan adalah :

Bose-Chadhuri-Hocquenghem (BCH) CODE

Kode-kode BCH ini mempunyai parameter-parameter sebagai berikut :^{28>}

panjang blok $n = 2^m - 1$

jumlah bit informasi $k \geq n - mt$

Jarak minimum $d_{min} \geq 2t + 1$

m dan t merupakan bilangan integer dengan $t < 2^m - 1$. Kemampuan kode blok diukur dari jarak minimum d_{min} (distance minimum), di mana kode mampu mendeteksi sampai $(d_{min} - 1)$ digit salah dan mampu mengoreksi $[(d_{min} - 1)/2]$ digit salah.

^{28>} Tri T. Ha, Digital Satellite Communications, McGraw-Hill International Editions, Second Edition, p. 465.

Berikut ini diberikan contoh untuk mendapatkan kemampuan kode-kode deteksi kesalahan dengan memisalkan $m = 3$, maka akan didapat kemampuan deteksi dan koreksi kesalahan seperti tabel 3.3.

TABEL 3.3
KEMAMPUAN KODE BCH DENGAN $M = 3$

coding	panjang blok n	jumlah bit-bit informasi k	jarak minimum d_{min}	kemampuan deteksi kesalahan $d_{min} - 1$	kemampuan koreksi kesalahan $(d_{min} - 1)/2$
	$2^m - 1$	$\geq n - mt$	$2t + 1$	$2t$	t
BCH	7	≥ 4	3	2	1

III.3.4 Sistem Modulasi

Dalam sistem telepon mobil ada dua sistem modulasi, yaitu modulasi audio dan modulasi control channel. Pada sebagian besar sistem telepon radio tipe modulasi audio yang dipakai adalah *Frequency Modulation (FM)* dan untuk modulasi control channel menggunakan *Frequency Shift Keying (FSK)*.

III.3.4.1 Modulasi Audio

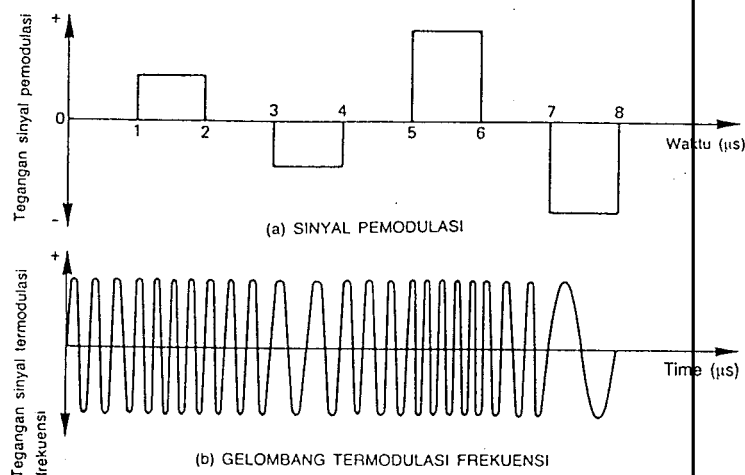
Sistem telepon radio bergerak NMT-450 dan AMPS juga menggunakan tipe modulasi frekuensi, di mana sinyal

pemodulasi akan mengubah frekuensi sinyal pembawanya. Bila suatu gelombang pembawa sinusoidal dimodulasi frekuensi, maka frekuensi sesaatnya akan berubah sesuai dengan karakteristik sinyal pemodulasi. Frekuensi sinyal pembawa termodulasi harus dapat bergeser ke atas dan ke bawah frekuensi nominal beberapa kali per detik, sesuai dengan frekuensi pemodulasi. Besar variasi ini, yang disebut deviasi frekuensi, sebanding dengan amplitudo tegangan sinyal pemodulasi.

Konsep modulasi frekuensi mungkin akan lebih mudah dipahami dengan mengambil contoh suatu sinyal pemodulasi yang berbentuk gelombang persegi (gambar 3.7). Anggap bahwa frekuensi pembawa nominal 3 MHz. Periode tegangan pembawa adalah $1/3 \mu\text{detik}$. Setelah 1 μdetik , tegangan sinyal pemodulasi bertambah menjadi +1 V, dan frekuensi pembawa sesaat naik menjadi 4 MHz. Dengan kata lain, pada selang waktu 1 μdetik sampai 2 μdetik , terdapat empat siklus lengkap dengan tegangan pembawa. Setelah 2 μdetik , tegangan sinyal pemodulasi turun menjadi 0 V dan frekuensi pembawa sesaat kembali ke harga asalnya 3 MHz. Selama selang 3 μdetik sampai 4 μdetik , tegangan sinyal pemodulasi adalah -1 V dan frekuensi pembawa berkurang menjadi 2 MHz.

Sesudah 4 μdetik , sinyal pemodulasi akan kembali ke harga 0 V lagi, dan frekuensi pembawa menjadi 3 MHz. Pada $t = 5 \mu\text{detik}$, tegangan pemodulasi menjadi +2 V dan,

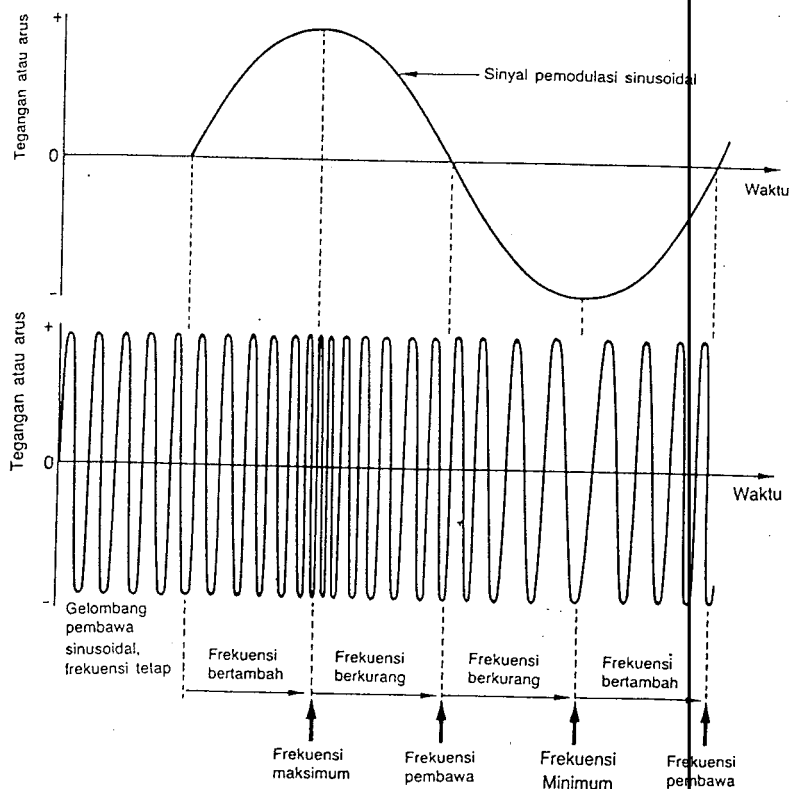
karena deviasi frekuensi adalah 2 MHz, maka frekuensi pembawa menjadi 5 MHz. Hal yang sama berlaku bila tegangan pemodulasi menjadi -2 V, dengan frekuensi pembawa 1 MHz. Setiap saat amplitudo sinyal pembawa termodulasi tetap 1 V, artinya proses modulasi tidak menambah kandungan daya gelombang pembawa.



GAMBAR 3.727>

GELOMBANG TERMODULASI FREKUENSI

Bila sinyal pemodulasi mempunyai bentuk gelombang sinusoidal, maka frekuensi gelombang pembawa termodulasi akan berubah secara sinusoidal pula, seperti tampak pada gambar 3.8.



GAMBAR 3.828>

SINYAL PEMODULASI BERBENTUK SINUSOIDAL

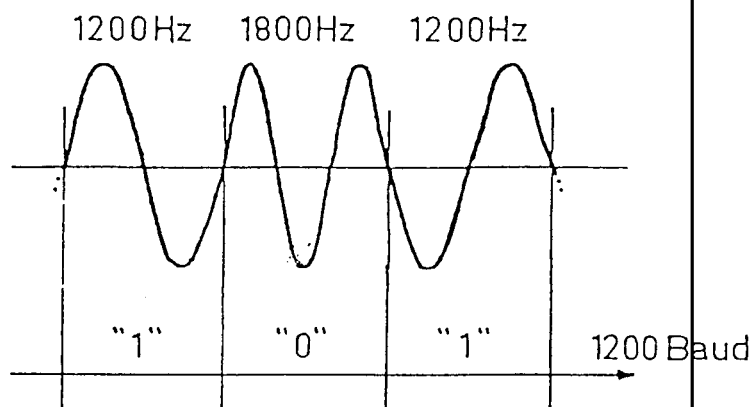
III.3.4.2 Modulasi control channel

Modulasi ini biasanya dipakai untuk pengiriman data. Sebagian besar sistem telepon radio menggunakan modulasi control channel tipe *Fast Frequency Shift Keying (FFSK)*, seperti yang dipakai STKB NMT-450 maupun

tipe *Frequency Shift Keying (FSK)* yang dipakai STKB AMPS. Berikut akan dijelaskan tipe modulasi control channel dari masing-masing sistem :

(i) *Fast Frequency Shift Keying*

Tipe modulasi ini menggunakan frekuensi 1200 dan 1800 Hz, dan mempunyai kecepatan transmisi 1200 bits/s yang dikenal sebagai 1200 Baud. Modulasi FFSK pada dasarnya adalah modulasi FSK yang mempunyai indeks modulasi $1/2$ ($h = 0.5$). Dengan bantuan oscilloscope bisa diperoleh display mode FFSK sebagai berikut :

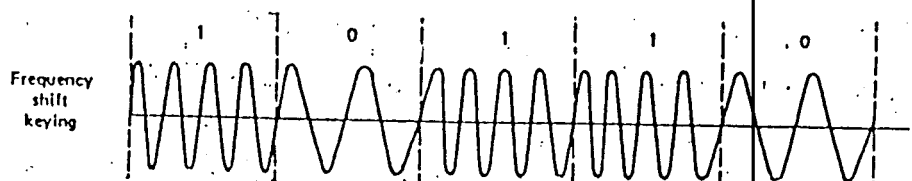


GAMBAR 3.928>

MODULASI FFSK

(ii) *Frequency Shift Keying (FSK)*

Prinsip FSK pada dasarnya adalah mengubah-ubah besarnya frekuensi sinyal pembawa berdasarkan level dari pulsa biner. Gambar 3.10 berikut ini menunjukkan modulasi FSK.



GAMBAR 3.10 30>

MODULASI FSK

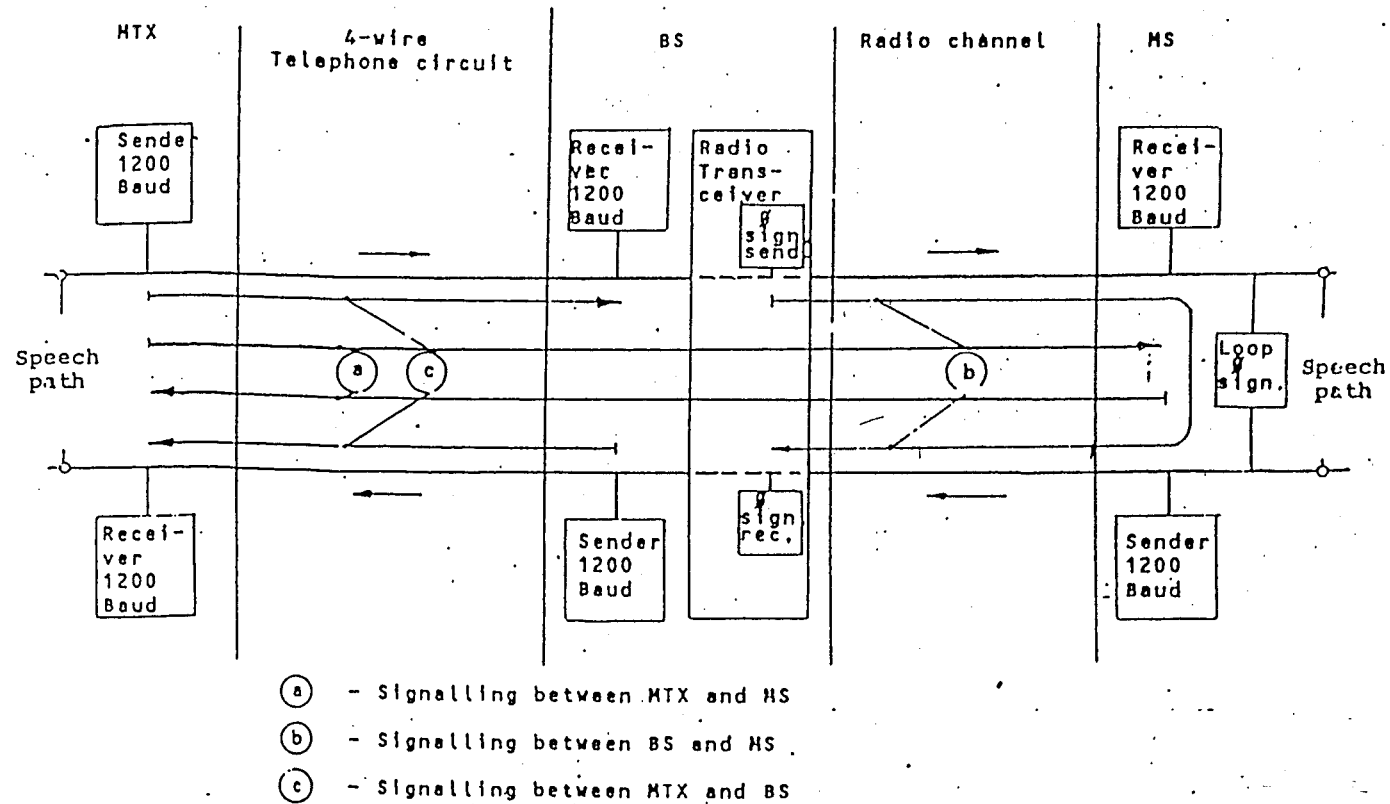
III.4 Format Pensinyalan

III.4.1 Nordic Mobile Telephone (NMT-450)

Pensinyalan pada sistem NMT-450 dapat diklasifikasikan dalam tiga hubungan, seperti terlihat pada gambar 3.11, yaitu :

- signalling antara MTX dan MS
- signalling antara BS dan MS
- signalling antara MTX dan BS

sedangkan pensinyalan antara MTX dan PSTN mengikuti peraturan sistem pensinyalan nasional.



GAMBAR 3.1131>
JALUR SIGNALLING

Sinyal-sinyal informasi dikirim dari MTX ke MS dan dari MS ke MTX di format ke dalam bentuk *frame* dan ditransmisikan pada 1200 baud signaling link. Setiap *frame* mempunyai panjang yang sama yang berisi 16 karakter (kecuali *short-frame* berisi 12 karakter). Masing-masing *frame* terbagi menjadi beberapa bagian (*field-field*) di mana tiap-tiap bagian memberikan informasi tersendiri. Tiap-tiap karakter dalam *frame* terdiri dari satu angka *hexadecimal* yang disusun oleh 4 bit atau disebut **NIBBLE**, sehingga sebuah *frame* sinyal terdiri dari 64 bit dalam bentuk biner. Sedangkan untuk *short-frame* terdiri atas 48 bit dalam bentuk biner.

Sebelum mengenal lebih jauh tentang tipe *frame* ini, harus diketahui lebih dahulu singkatan-singkatan dan notasi-notasi yang dipergunakan sebagai berikut :³²⁾

Nomor Calling Channel	N1 N2 N3
Nomor Traffic Area	Na Nb Nc
Nomor Mobile Subscriber	Z X1 X2 X3 X4 X5
Informasi kearah BS	Z(15)
Tariff Class Information	Q1 Q2
(untuk coin-box)	
Karakteristik Frame (Prefix)	P (0.....15)
Line Signal	L
Digit Signal	S
Idle Information	J
Channel Activation Orders dan	A
Channel Status Information	
Management and Maintenance Orders	V1 V2.....
and Other Information	
Hasil Pengukuran Signal Strength	R(n1) R(n2)
Supervisory Signal Frequency	f _ø

³²⁾ Ibid., p. 18

Pada dasarnya format frame yang dipakai untuk hubungan pembicaraan dibedakan dari BS/MS - MTX (access) dan dari MTX - BS/MS (paging) sebagai berikut :

III.4.1.1 Paging (frame hubungan dari MTX - BS/MS)

Frame ini dibagi menjadi menjadi 4 field yang menunjukkan :

- Nomor calling channel atau traffic channel
- Prefix dan nomor traffic area
- Nomor identifikasi mobil
- Information

no. channel	prefix & no. TA	no. mobile subscriber	information
3 digits	3 digits	7 digits	3 digits

(i) Frame hubungan MTX - MS

1a. Calling channel indication.

Menunjukkan calling channel yang tidak sibuk.

Biasanya hanya ada satu channel pada BS.

no. channel	prefix	no. TA	idle	information
N1 N2 N3	P(12)	Y1 Y2	J J J J J J J	J J J

1b. Combined calling and traffic channel indication.

Menunjukkan sebuah channel yang dipakai sebagai traffic channel atau calling channel.

no. channel	prefix	no. TA	idle	information
N1 N2 N3	P(4)	Y1 Y2	J J J J J J J	J J J

2a. Call to mobile subscriber on calling channel.

Sinyal ini akan dipakai jika ada panggilan dari MTX ke MS. Nomor pelanggan mobil sudah ada di dalam sinyal ini.

no. channel	prefix	no. TA	no. mobile subscriber	idle
N1 N2 N3	P(12)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	J J J

2b. Traffic channel allocation on calling channel.

Setelah MTX menerima call acknowledgment, MTX mengirim sinyal ini untuk menginformasikan pada MS channel mana yang harus digunakan selama hubungan.

no. channel	prefix	no. TA	no. mobile subscriber	no. TC
N1 N2 N3	P(12)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	Na Nb Nc

2c. Queueing information to MS with priority on calling channel.

Setelah menerima seizure dari MS pada calling channel, MTX mengirim sinyal ini untuk memberi informasi pada MS bahwa panggilan antri di MTX.

no. channel	prefix	no. TA	no. mobile subscriber	no. TC
N1 N2 N3	P(12)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	Na Nb Nc

3a. Traffic channel allocation on traffic channel.

Sinyal ini dikirim pada saat terjadi hubungan percakapan, meminta MS untuk pindah ke kanal lain atau untuk mengubah power output di MS.

no. channel	prefix	no. TA	no. mobile subscriber	no. TC
N1 N2 N3	P(5)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	Na Nb Nc

3b. Identity request on traffic channel.

Sinyal ini dikirim untuk mengetahui identitas MS pada saat hubungan terjadi.

no. channel	prefix	no. TA	no. mobile subscriber	idle
N1 N2 N3	P(5)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	J J J

4. Free traffic channel.

Sinyal ini menandakan suatu kanal bebas traffic, berarti bisa dipergunakan oleh MS.

no. channel	prefix	no. TA	idle	information
N1 N2 N3	P(3)	Y1 Y2	J J J J J J J	J J J

5a. Line signal.

Arti dari line signal ditunjukkan oleh nomor sinyal L(n). Alternatif line-signal dapat dilihat pada tabel 3.6.

answer to coin-box

memberi informasi coin-box pentarifan dimulai
roaming updating confirmation (proceed to send)
 sinyal ini mematikan roaming alarm (jika diset)
 pada MS. Sinyal ini juga meminta MS untuk mengirim
 dial number.

address complete

sinyal ini menginformasikan pada MS bahwa digit-
 digit yang diperlukan sudah diterima.

ringing order

sinyal ini menandakan pembangkitan ringing signal
 di MS.

Clearing

sinyal menginformasikan MS bahwa hubungan sudah
 selesai.

no. channel	prefix	no. TA	no. mobile subscriber	no. signal
N1 N2 N3	P(5)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	L(n)L(n)L(n)

5b. Line signal : Answer to coin-box.

Frame 5b digunakan sama seperti frame 5a, tetapi
 untuk coin-box telephone dan berisi tariff
 information.

no. channel	prefix	no. TA	no. mobile subscriber	no. sig	tariff
N1 N2 N3	P(5)	Y1 Y2	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	L(0)	Q1 Q2

6. Idle frame.

idle	prefix	no. TA	idle	information
J J J	P(0)	J J	J J J J J J J	J J J

30. Test channel indication.

Untuk tujuan test mobile station menggunakan frame berikut dalam arah hubungan dari MTX - MS. Sinyal ini menunjukkan adanya sebuah kanal yang dipakai untuk tujuan pengetesan. Kanal ini tidak bisa dipergunakan oleh MS.

no. channel	prefix	no. TA	idle
N ₁ N ₂ N ₃	P(10)	Y ₁ Y ₂	J J J J J J J J

(ii) Frame hubungan MTX - BS

Semua sinyal ini mempunyai harga Z (15), yang menunjukkan informasi ditujukan ke BS bukan ke MS.

no. channel	prefix & no. TA	no. mobile subscriber	information
3 digits	3 digits	7 digits	3 digits

20. Channel activation order.

Sinyal ini memberi informasi pada peralatan di BS tentang aksi yang terjadi (contoh : start/stop dari BS transmitter, start/stop pengiriman supervisory signal, control BS receiver).

no. channel	prefix	no. TA	BS ind.	idle	actv. order	
N1 N2 N3	P(15)	Y1 Y2	Z(15)	J J J	A(n)	føføføføføfø

21b. Signal strength measurement order on data channel or idle or free marked traffic channel.

Frame 21b dipakai jika ada perintah dikirimkan ke BS melalui data channel yang bebas.

no. channel	prefix	no. TA	BS ind.	idle	meas. ind.	idle	no. TC
N1 N2 N3	P(3)	Y1 Y2	Z(15)	J J J	V(15)	J J	Na Nb Nc

21c. Signal strength measurement order on traffic channel actually used.

Frame 21c dipakai jika ada perintah dikirimkan ke BS melalui traffic channel yang bebas.

no. channel	prefix	no. TA	BS ind.	idle	meas. ind.	idle	no. TC
N1 N2 N3	P(5)	Y1 Y2	Z(15)	J J J	V(15)	J J	Na Nb Nc

22. Other management/maintenance order on idle channel or data channel.

no. channel	prefix	no. TA	BS ind.	idle	manag/maint.	order
N1 N2 N3	P(14)	Y1 Y2	Z(15)	J J J	V1 V2 V3	V4 V5 V6

Pada frame 21b dan 21c, V(15) digunakan untuk menunjukkan pengukuran signal strength. Sedang pada

frame 22, V_1 tidak boleh berharga (15) untuk membedakan dari frame 21b dan 21c.

III.4.1.2 Access (Frame hubungan dari MS/BS - MTX)

Frame dibagi menjadi 4 field yang menunjukkan :

- Nomor traffic channel atau calling channel
- Prefix
- Nomor identifikasi mobil
- Information

no. channel	prefix	no. mobile subscriber	information
3 digits	1 digits	7 digits	5 digits

(i) *Frame hubungan MS - MTX*

10a. Call acknowledgement from MS and seizure from MS with priority on calling hannel (shortened frame).

Sinyal ini digunakan saat MS menjawab panggilan dari MTX dan ketika MS memulai sebuah panggilan.

no. channel	prefix	no. mobile subscriber	idle
N1 N2 N3	P(1)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	J J J J J

10b. Seizure from ordinary MS and identity on traffic channel.

Sinyal ini ini digunakan saat MTX menghendaki identitas MS, pada saat panggilan dari MS.

no. channel	prefix	no. mobile subscriber	idle
N1 N2 N3	P(1)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	J J J J J

11. Roaming updating seizure on traffic channel.

Jika MS bergerak ke traffic area lain, sinyal ini dikirimkan ke MTX untuk menunjukkan automatic updating call terjadi.

no. channel	prefix	no. mobile subscriber	idle
N1 N2 N3	P(14)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	J J J J J

12. Seizure from coin-box on traffic channel.

Sinyal ini menunjukkan adanya panggilan dari suatu MS coin-box, dan membuat prosedur pentarifan.

no. channel	prefix	no. mobile subscriber	idle
N1 N2 N3	P(11)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	J J J J J

13a. Line signal.

Sinyal-sinyal ini hampir sama dengan line signal hubungan dari MTX ke MS.

clearing, release-guard

sinyal ini memberi informasi pada MTX bahwa hubungan selesai.

answer acknowledgement from coin-box

setelah menerima informasi pentarifan dari MTX, MS coin-box mengirim sinyal ini sebagai tanda informasi sudah diterima (kontrol).

MFT converter in dan MFT converter out

sinyal ini dipergunakan pada saat MS menggunakan push-button set untuk transmisi data. Peralatan penerjemah sinyal 1200 Baud ke Multi Frequency Tone (MFT) diaktifkan sinyal ini.

answer

sinyal ini memberi informasi MTX bahwa MS telah mengetahui adanya ringing signal, dan siap mengangkat hand-set.

no. channel	prefix	no. mobile subscriber	no. signal
N1 N2 N3	P(8)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	L(n)L(n)L(n)L(n)L(n)

13b. Line signal : answer acknowledgement from coin-box.

no. channel	prefix	no. mobile subscriber	no. signal	tariff
N1 N2 N3	P(8)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	L(2)L(2)L(2)	Q1 Q2

14a. Digit signal (1st, 3rd, 5th digit).

Sinyal ini digunakan untuk mengirim pre-dialled digit (termasuk *, #, A, B, C, D) ke MTX. Satu digit dikirim dalam satu frame. Digit pertama dikirim pada frame (14a), kedua frame (14b), dan seterusnya secara bergantian.

no. channel	prefix	no. mobile subs.	pos.ind.	digit value
N1 N2 N3	P(7)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	S(0)S(0)	S(n)S(n)S(n)

14b. Digit signal (2nd, 4th, 8thdigit).

no. channel	prefix	no. mobile subs.	pos.ind.	digit value
N1 N2 N3	P(7)	Z X1 X2 X3 X4 X5 X6	S(15)S(15)	S(n)S(n)S(n)

15. Idle frame.

no. channel	prefix	i d l e	
N1 N2 N3	P(0)	J J J J J J J J	J J J

(ii) Frame hubungan BS - MTX

Sinyal-sinyal ini juga mempunyai harga Z(15), yang menunjukkan informasi dari BS, bukan dari MS.

no. channel	prefix	no. mobile subscriber	information
3 digits	1 digits	7 digits	5 digits

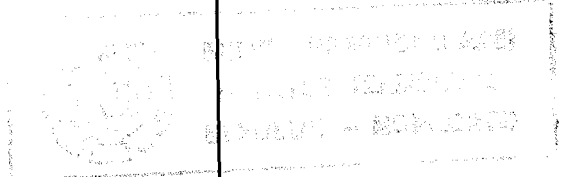
15. Idle frame.

no. channel	prefix	i d l e	
N1 N2 N3	P(0)	J J J J J J J J	J J J

25. Channel status information.

Memberi informasi pada MTX tentang peralatan di BS, dan supervisory signal alarm pada traffic channel.

no. channel	prefix	BS ind.	idle	status info.	idle
N1 N2 N3	P(9)	Z(15)	J J	A(n)	J J J J J J J J



26. Signal strength measurement result.

no. channel	prefix	BS ind.	idle	no. channel	measurement result
N1 N2 N3	P(2)	Z(15)	J J	Na Nb Nc	R(n1)R(n2)R(n1)R(n2) R(n1)R(n2)

27. Response on other management/maintenance order on idle channel or data channel.

no. channel	prefix	BS ind.	idle	manag./maint. information	idle
N1 N2 N3	P(4)	Z(15)	J J	V1 V2 V3 V4	J J J J J

28. Other maintenance information from BS.

no. channel	prefix	BS ind.	idle	manag./maint. information	idle
N1 N2 N3	P(13)	Z(15)	J J	V1 V2 V3 V4	J J J J J

Secara keseluruhan panjang informasi yang dikodekan adalah :

- 140 bits - normal frame
- 106 bits - short frame

Ternyata ini belum cukup, masih diperlukan bit-bit tambahan untuk *sinkronisasi*, yang terdiri dari *bit-synchronization* dan *frame-synchronization* supaya unit penerima dapat menerima informasi dengan benar.

Bit-synchronization terdiri dari 15 bits, dengan deretan bit sebagai berikut :

1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1 0 1

Frame-synchronization terdiri dari 11 bits, yaitu :

1 1 1 0 0 0 1 0 0 1 0

Secara lengkap satu *normal frame* terdiri atas 166 bits tampak sebagai berikut :

bit sync.	frame sync.	encoded message
15 bits	11 bits	140 bits

Untuk *short-frame* tersusun atas 132 bits sebagai berikut :

bit sync.	frame sync.	encoded message
15 bits	11 bits	106 bits

Seperti telah disebutkan, di dalam satu frame dengan panjang normal terdapat 16 *hexa-decimal* digits dan 12 *hexa-decimal* digits untuk *short-frame*, yang masing-masing digit terdiri atas 4 bit. Bit-bit ini dikodekan seperti tabel 3.4.

TABEL 3.4^{33>}
HEXADECIMAL DAN BINARY CODE

Digits N1 N2 N3, Na Nb Nc, R(n1)R(n2)	Digits Y1 Y2, Z X1X2X3X4X5X6, Q1 Q2	Binary Code Bit no. 1 2 3 4
0	(16)	0 0 0 0
1	1	0 0 0 1
2	2	0 0 1 0
3	3	0 0 1 1
4	4	0 1 0 0
5	5	0 1 0 1
6	6	0 1 1 0
7	7	0 1 1 1
8	8	1 0 0 0
9	9	1 0 0 1
(10)	(10)	1 0 1 0
(11)	(11)	1 0 1 1
(12)	(12)	1 1 0 0
(13)	(13)	1 1 0 1
(14)	(14)	1 1 1 0
(15)	(15)	1 1 1 1

Pada nibble **N1** dan **Na**, bit no. 2 dan no. 3 menunjukkan *level power output* MS pada saat transmit sebagai berikut :

15 W	high power	-	1 1
1,5 W	medium power	-	1 0
0,15 W	low power	-	0 1

^{33>} NMT, Systems Description, Op. Cit., p. 25

Bit no. 4 menunjukkan digit *keseratus* nomor kanal dan bit no. 1 menunjukkan digit *keduaratus* dari nomor kanal. Pada kondisi *high power* (15 W), kombinasi dari N_1 dan N_a

0 1 1 0	-	channels antara	01 - 99
0 1 1 1	-	channels antara	100 - 199
1 1 1 0	-	channels antara	200 - 225

beberapa harga Z menunjukkan arti sebagai berikut :

Z(1) menunjukkan Indonesia
 Z(5) menunjukkan Denmark
 Z(6) menunjukkan Swedia
 Z(7) menunjukkan Norwegia
 Z(8) menunjukkan Finlandia
 Z(15) menunjukkan Base Station

Tabel 3.5 sampai tabel 3.10 menunjukkan pengkodean dan arti dari notasi-notasi *prefix*, *line signal number* $L(n)$, *digit value* $S(n)$ dan *position indication*, *channel activation order and channel status information* $A(n)$, *other management/maintenance orders*, *other maintenance from BS*. Tabel-tabel ini sangat diperlukan untuk membantu memahami prosedur pensinyalan.

TABEL 3.5³⁴⁾
KODEFIKASI PREFIX

Notation	Coding	Meaning in direction	
		MTX - BS/MS	BS/MS - MTX
P(0)	0000	Idle	Idle
P(1)	0001	Spare	Call acknowledgement, seizure and identity
P(2)	0010	Spare	Measurement results
P(3)	0011	Traffic channel	Spare
P(4)	0100	Combined calling and traffic channel	Response on management/maintenance orders
P(5)	0101	Channel allocation and identity request on traffic channel	Spare
P(6)	0110	Line signal	Spare
P(7)	0111	Spare	Digit signal
P(8)	1000	Spare	Line signal
P(9)	1001	Spare	Channel status inform.
P(10)	1010	Test channel	Spare
P(11)	1011	Spare	Coin-box seizure
P(12)	1100	Calling channel	Seizure
P(13)	1101	Spare	Other maintenance information
P(14)	1110	Measurement/maintenance orders	Roaming updating
P(15)	1111	Channel activation order	Spare

³⁴⁾ Ibid., p. 27

TABEL 3.6³⁵⁾
KODEFIKASI LINE SIGNAL NUMBER L(n)

Notation	Coding	Meaning in direction	
		MTX - MS	MS - MTX
L(0)	0000	Answer to coin-box	Spare
L(1)	0001	Spare	Clearing, relese guard
L(2)	0010	Spare	Answer acknowledgement, (coin-box)
L(3)	0011	Roaming updating confirmation (proceed to send)	Spare
L(4)	0100	Spare	Spare
L(5)	0101	Spare	Spare
L(6)	0110	Address complete	Spare
L(7)	0111	Spare	MFT converter out
L(8)	1000	Spare	MFT converter in
L(9)	1001	Ringin order	Spare
L(10)	1010	Spare	Spare
L(11)	1011	Spare	Spare
L(12)	1100	Spare	Spare
L(13)	1101	Spare	Spare
L(14)	1110	Spare	Spare
L(15)	1111	Clearing	Spare

³⁵⁾ Ibid., p. 28

TABEL 3.7^{38>}
KODEFIKASI DIGIT VALUE S(n)

Notation	Coding	Meaning	
S(0)	0000	D or position indication (1st, 3rd, 5th, ... digit)	
S(1)	0001	1	
S(2)	0010	2	
S(3)	0011	3	
S(4)	0100	4	
S(5)	0101	5	
S(6)	0110	6	
S(7)	0111	7	
S(8)	1000	8	
S(9)	1001	9	
S(10)	1010	0	
S(11)	1011	*	
S(12)	1100	#	
S(13)	1101	A	
S(14)	1110	B	
S(15)	1111	C or position indication (2nd, 4th, 6th, ... digit)	

^{38>} Ibid., p. 29

TABEL 3.8³⁷⁾
 CHANNEL ACTIVATION ORDER AND
 CHANNEL STATUS INFORMATION

Notation	Coding	Meaning in direction	
		MTX - BS (frame 20)	BS - MTX (frame 25)
A(0)	0000	Idle radio channel (stop BS transmitter open line loop, stop sending of \emptyset signal, switch squelch function in)	Spare
A(1)	0001	Spare	Acknowledge idle radio channel
A(2)	0010	Spare	Acknowledge start \emptyset signal
A(3)	0011	Send \emptyset signal ($f\emptyset = 1, 2, 3, 4$), switch squelch function out	Spare
A(4)	0100	Suppress \emptyset signal alarm A(7)	Spare
A(5)	0101	Loop line in BS	Acknowledge "suppress \emptyset signal alarm A(7)"
A(6)	0110	Spare	Spare
A(7)	0111	Spare	Received \emptyset signal below 1: limit but above 2:nd limit
A(8)	1000	Spare	Received \emptyset signal below 2nd limit
A(9)	1001	Spare	Reserved for: acknowledge squelch function out
A(10)	1010	Cancel suppression of \emptyset signal alarm A(7)	Spare
A(11)	1011	Reserved for: switch squelch function out	Acknowledge "cancel suppression of \emptyset signal alarm A(7)"
A(12)	1100	Stop sending \emptyset signal, switch squelch function in	Spare
A(13)	1101	Spare	Acknowledge stop sending \emptyset signal
A(14)	1110	Spare	Acknowledge start BS transmitter
A(15)	1111	Start BS transmitter	Spare

³⁷⁾ Ibid., p. 30.

TABEL 3.9³⁸⁾

OTHER MANAGEMENT/MAINTENANCE ORDERS

Notation	Coding	Meaning in direction MTX-BS (frame 22)
V1 (0)	0000	Idle
V1 (1)	0001	Alarm reset
V1 (2)	0010	Reserved for SU/SR alarm reset
V1 (3)-V1(5)		Spare
V1 (6)	0110	RF test loop in
V1 (7)-V1(8)		Spare
V1 (9)	1001	RF test loop out
V1(10)-V1(14)		Spare
V1(15)		Not used, reserved for frame 21b/c

³⁸⁾ Ibid., p. 31.

TABEL 3.10^{38>}

OTHER MAINTENANCE INFORMATION FROM BS

Notation	Coding	Meaning in direction BS-MTX (frame 28)
V1(10)	1010	Don't care
V1(6)	0110	Block the channel
V1(9)	1001	Deblock the channel
V1(12)	1100	SU/SR alarm via channel line
V1(15)	1111	Shall not be used
V2(15)	1111	NMT-alarms
V2(1)	0001	House-alarms
V2(8)	1000	Externals alarms
V1(10) V2(15) V3(0)	0000	Antenna fault level 1
V1(10) V2(15) V3(1)	0001	Transmitter level 1
V1 (6) V2(15) V3(2)	0010	ø-signal test loop
V1 (6) V2(15) V3(3)	0011	Spare
V1 (6) V2(15) V3(4)	0100	Spare
V1 (6) V2(15) V3(5)	0101	Spare
V1 (6) V2(15) V3(6)	0110	Local blocking
V1 (9) V2(15) V3(6)	0110	Local deblocking
V1 (6) V2(15) V3(7)	0111	Receiver
V1 (6) V2(15) V3(8)	1000	Spare
V1 (6) V2(15) V3(9)	1001	CU
V1 (6) V2(15) V3(10)	1010	SU, via data line
V1(12) V2(15) V3(10)	1010	SU, via channel line and CU
V1 (6) V2(15) V3(11)	1011	SR, via data line
V1(12) V2(15) V3(11)	1011	SR, via channel line and CU
V1 (6) V2(15) V3(12)	1100	Power supply
V1 (6) V2(15) V3(13)	1101	Receiver multicoupler
V1 (6) V2(15) V3(14)	1110	Transmitter level 2
V1 (6) V2(15) V3(15)	1111	Antenna fault level 2
V1(10) V2(1) V3(0)	0000	Fire alarm
V1 (6) V2(1) V3(1)	0001	Mains break-down alarm
V1(10) V2(1) V3(2)	0010	Intruder alarm
V1(10) V2(1) V3(3)	0011	Obstruction lighting alarms
V1 (9) V2(1) V3(4)	0100	Mains return
V1(10) V2(1) V3(5)	0101	Mains break-down at channel with battery back-up
V1(10) V2(1) V3(6)	0110	Spare
V1(10) V2(1) V3(7)	0111	Spare
: : :	:	:
: : :	:	:
V1(10) V2(8) V3(15)	1111	Spare

^{38>} Ibid., p. 31-33.

III.4.2 Advanced Mobile Phone Service (AMPS)

Istilah-istilah yang dipakai pada sistem ini :

- *Home mobile station unit.*

Unit stasiun mobil yang menjadi pelanggan sistem seluler.

- *Land station.*

Stasiun lain di samping stasiun mobil yang berhubungan dengan stasiun mobil.

- *Control channel.*

Kanal yang dipakai untuk transmisi digital control information dari land station ke stasiun mobil.

- *Forward control channel (FOCC).*

Kanal kontrol yang dipakai dari arah land station ke stasiun mobil.

- *Reverse control channel (RECC).*

Kanal kontrol yang dipakai dari arah stasiun mobil ke land station.

- *Forward voice channel (FOVC).*

Kanal suara yang dipakai dari arah land station ke unit mobil.

- *Reverse voice channel (REVC).*

Kanal suara yang dipakai dari arah unit mobil ke land station.

- *Set-up channels.*

Sejumlah kanal kontrol.

- *Access channel.*

Kanal kontrol yang dipakai stasiun mobil untuk proses access. Kanal access ini selalu dipergunakan dari arah stasiun mobil ke cell site.

- *Paging channel.*

Kanal yang dipakai untuk mencari posisi stasiun mobil pada saat adanya incoming call dari land station.

- *Digital color code (DCC).*

Signal digital yang ditransmisikan oleh forward control channel untuk mendeteksi adanya gangguan pada stasiun mobil.

- *Flash request.*

Informasi yang dikirim dari stasiun mobil ke land station melalui kanal suara yang menunjukkan adanya proses khusus, misalnya emergency (keadaan darurat).

- *Signalling tone.*

Nada 10-kHz yang ditransmisikan stasiun mobil melalui kanal suara.

- *Numeric information.*

Digunakan untuk menggambarkan operasi stasiun mobil, meliputi :

MIN : nomor identifikasi pelanggan
MIN1 : menunjukkan stasiun mobil (24 bit)
MIN2 : menunjukkan kode area (10 bit)
BIS : menunjukkan keadaan idle/busy pada reverse control channel pada proses akses.
OCLIST : menunjukkan sejumlah kanal kontrol
CMAx : jumlah maksimum kanal kontrol (21 channels)
MAXBUSY : jumlah maksimum stasiun mobil yang diperkenankan menempati reversed control channel pada jam sibuk
MAXSZTR : jumlah maksimum stasiun mobil yang diperkenankan menempati reversed control channel dalam usaha memulai panggilan
NBUSY : waktu yang dipergunakan stasiun mobil untuk menempati reverse control channel dalam keadaan sibuk
NSZTR : waktu gagal stasiun mobil untuk menempati reverse control channel
PL : power level stasiun mobil
SOC : angka digital yang dipakai untuk mengidentifikasi frekuensi SAT yang harus diterima stasiun mobil

- *Registration.*

Suatu prosedur di mana stasiun mobil mengidentifikasi dirinya ke land station.

- *Roamer.*

Stasiun mobil yang beroperasi di daerah sistem seluler lain.

- *System identification (SID).*

Identifikasi digital yang dipakai pada sistem seluler.

- *Electronic serial number (ESN).*

Setiap stasiun mobil mempunyai ESN yang diberikan oleh pabrik pembuatnya.

- *Group identification.*

Sebagian bit SID dipakai untuk mengidentifikasikan group sistem seluler, misalnya sistem NYNEX, sistem PacTel, sistem Southwestern Bell.

Untuk hubungan antara EMX - MS maupun MS - EMX diperlukan sistem pensinyalan dengan mengatur kanal-kanal yang ada. Dalam sistem AMPS kanal-kanal yang ada dibedakan menjadi *access channel* dan *paging channel*, yang mana masing-masing kanal masih dibedakan lagi menjadi *control channel (set-up channel)* dan *voice channel*.

III.4.2.1 Access channel

Pada *mobile originating calls*, unit mobil memilih satu di antara 21 set-up channel, dipilih yang terkuat sinyalnya. Biasanya pada setiap sel terdapat satu *set-up channel*. Set-up channel yang terkuat menunjukkan sel mana yang harus melayani *mobile originating calls*. Unit mobil mendeteksi sistem informasi yang ditransmisikan

dari cell-site. Unit mobil juga memonitor *status busy/idle* bit melalui *forward set-up channel*. Saat idle bit diterima unit mobil dapat menggunakan *reverse set-up channel* untuk menandakan adanya panggilan.

Fungsi operasi dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. *Foward control channel*

Power dari set-up channel dapat bervariasi untuk mengontrol incoming calls yang dilayani oleh sel. Sejumlah panggilan dari MS dibatasi oleh jumlah kanal suara di setiap cell-site. Pada saat trafik padat, jumlah kanal suara dan power set-up channel akan menurun untuk mengurangi daerah peliputan sel untuk proses panggilan dari unit mobil.

2. *Set-up channel received level*

Set-up channel threshold level dijelaskan untuk mengontrol penerimaan pada reverse control channel (RECC). Jika power level yang diterima lebih besar dari pada set-up threshold level yang diberikan, permintaan panggilan terlayani.

3. *Change power at the mobile unit*

Saat unit mobil memonitor sinyal yang terkuat dari semua set-up channel dan menyeleksi bahwa kanal itu untuk menerima informasi, terdapat 3 tipe informasi :

- a. Mobile station control message,
informasi ini digunakan untuk paging dan terdiri dari satu, dua, atau 4 words, yaitu DCC, MIN, SCC, dan VMAX.
- b. System parameter overhead message,
informasi ini berisi dua words, termasuk DCC, SID, CMAX, atau CPA.
- c. Control-filler message
informasi ini mungkin dikirim dengan sistem parameter overhead message, CMAC (control mobile attenuation code).

4. Direct call retry

Cell-site dapat mengirim direct call retry message melalui set-up channel, apabila kanal kontrol tidak berfungsi ganda (sebagai kanal suara). Unit mobil akan menandai panggilan dari sel tetangga yang sudah disepakati.

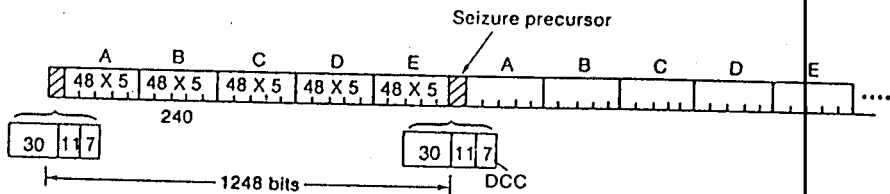
Seperti telah disebutkan access channel ini dibedakan menjadi *reverse control channel (RECC)* dan *reverse voice channel (REVC)* dengan format pensinyalan yang berbeda. Berikut akan dijelaskan tentang format pensinyalan kedua kanal tersebut :

1. Reverse control channel (RECC)

Diagram blok format pensinyalan kanal kontrol ini bisa dilihat pada gambar 3.12.

Word pertama yang terdiri atas 48 bit disebut *seizure precursor*, yang terdiri atas 30 *synchronization bits*, 11 *frame bits*, dan 7 *coded DCC bits*, seperti ditunjukkan tabel 3.11.

Setiap word information terdiri atas 48 bit. Setiap word block berisi 240 bit, di mana setiap word diulang lima kali.



GAMBAR 3.12^{40>}

FORMAT PENSINYALAN RECC

^{40>} William C.Y. Lee, Log. Cit., p. 79.

TABEL 3.11⁴¹⁾
SEIZURE PRECURSOR BITS

Function	Coding
30 synchronization bits	101010101010...
11 frame bits (word synchronization)	11100010010
7 bit coded DCC (00)	0000000
(01)	0011111
(10)	1100011
(11)	1111100

Maximum data stream terdiri dari satu *seizure precursor* ditambah lima *word blocks A, B, C, D, dan E*. Sehingga jumlah total bit ada 1248 bit. Fungsi tiap word:

- Word A Abbreviated address word. Selalu dikirim untuk identifikasi stasiun mobil.
- Word B Extended address word. Dikirim jika dikehendaki land station atau pada situasi roaming. Pada word ini juga terdapat local control field dan field lain.
- Word C Serial number word. Setiap unit mobil mempunyai nomor seri khusus yang dibuat pabrik. Digunakan untuk mengecek kebenaran pelanggan.
- Word D First word of the called address.
- Word E Second word of the called address.

⁴¹⁾ Ibid., p. 78.

F	NAWC	T	S	E	RSVD	SCM		
1	3	1	1	1	1	4	24	12 bits

parity check bits

GAMBAR 3.13^{42>}

FORMAT PENSINYALAN WORD INFORMASI RECC

- F First word indication field, 1-first word, 0-subsequent words
- NAWC Number of additional word coming
- T T field, 1-indicates an origination, 0-indicates page response
- S S field, 1-send serial number word, 0-otherwise
- E Extended address field, 1-extended address word sent, 0-not sent
- SCM Station class mark field

Setiap word informasi terdiri atas 36 bit informasi dan 12 bit parity check, yang dibentuk oleh pengkodean 36 bits menjadi (48, 36) BCH code yang mempunyai Hamming distance 5. Format dari word information ini bisa dilihat pada gambar 3.13.

^{42>} Ibid., p. 79.

Tipe-tipe informasi yang dikirimkan melalui reverse control channel :

- *Page response message.*

Pada saat stasiun mobil menerima *page* dari land station kemudian dikembalikan oleh stasiun mobil.

- *Origination message.*

Station mobil menghendaki suatu panggilan.

- *Order confirmation message.*

Stasiun mobil memberi respon atas order dari land station.

- *Order message.*

Stasiun mobil memerintahkan serangkaian tugas ke land station dan MTSO.

2. Reverse Voice Channel (REVC)

Reverse Voice Channel (REVC) juga digunakan untuk mengirimkan data informasi dari stasiun mobil ke land station. Word dibentuk dengan pengkodean 36 bit ke dalam (48,36) BCH code, sama seperti RECC.

Format pensinyalan dari reverse voice channel ditunjukkan gambar 3.14. 101 bit sinkronisasi yang pertama digunakan untuk meningkatkan kesuksesan sinkronisasi. Terdapat dua word, word pertama diulang 5 kali dan word kedua juga diulang 5 kali.

Tipe - tipe informasi :

- *order confirmation message (satu word)*,
memberi respon ke land station untuk konfirmasi order, misalnya proses handoff.
- *called-address message (dua word)*,
menentukan three-party call.

Repeat 1				Repeat 2				Repeat 3				Repeat 4	
101	11	A 48	37 11	A 48	37 11	A 48	37 11	A 48	37 11	A 48		A 48	

Dotting Word Dotting
bit syn. syn.

Repeat 5				Repeat 1	
37 11	A 48	37 11	B 48	.....

GAMBAR 3.14⁴³⁾

FORMAT PENSINYALAN REVC

III.4.2.2 Paging channel

Setiap cell-site sudah mempunyai alokasi set-up channels (control channels). Pengaturan Forward control channel (FOCC) pada setiap cell-site digunakan untuk memanggil unit mobil dengan mobile station control message yang sama.

⁴³⁾ Ibid., p. 79.

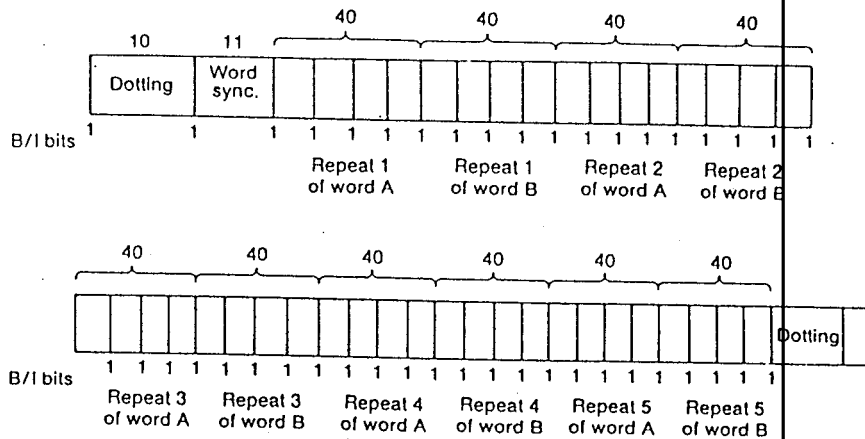
Karena informasi yang sama ditransmisikan oleh set-up channel yang berbeda, tidak terjadi interferensi. Algoritma untuk memanggil unit mobil dapat dilakukan dengan cara berbeda, memanggil dari semua cell-site dan memanggil di area nomor unit mobil. Untuk cara kedua jika tidak ada tanggapan, sistem mencoba untuk memanggil di area lain sehingga diperlukan response time yang cukup panjang.

Paging channel ini juga dibedakan menjadi *forward control channel (FOCC)* dan *forward voice channel (FOVC)* dengan format pensinyalan yang berbeda. Berikut akan dijelaskan tentang format pensinyalan kedua kanal tersebut :

1. *Forward control channel (FOCC)*

Setiap forward control channel terdiri dari tiga discrete information streams seperti terlihat pada gambar 3.15.

Bit sinkronisasi dinyatakan dengan deretan 10 bit 1010101010. Bit-bit ini diasumsikan cukup untuk sinkronisasi karena stasiun mobil selalu memonitor FOCC setelah inisialisasi. Bit untuk sinkronisasi frame adalah 11100010010. Word dibentuk dengan pengkodean 28 control bits ke dalam (40, 28, 5) BCH code. Jumlah total bit 40, bit informasi 28, dan Hamming distance 5.



GAMBAR 3.15^{44>}
 FORMAT PENSINYALAN FOCC

Stream A (apabila bit terakhir dari MIN = 0)

Stream B (apabila bit terakhir dari MIN = 1)

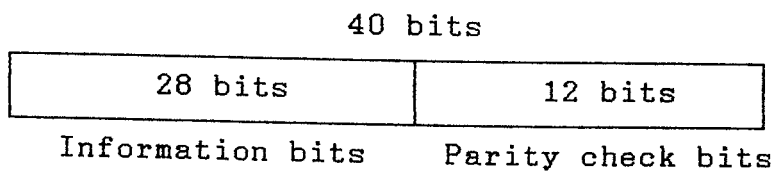
Busy-idle stream (busy = 0, idle = 1); dengan kecepatan 1 kbps, satu busy-idle bit setiap 10 bit data.

Hamming distance d dapat ditranslasikan ke kemampuan mengoreksi kesalahan t sebagai berikut :

$$t = \frac{d-1}{2} = 2$$

^{44>} Ibid., p. 87.

Kode ini bisa mendeteksi 2 bit kesalahan dan mengoreksi satu bit. Untuk parity check ditambahkan 12 bit lagi, sehingga word informasi FOCC mempunyai format pensinyalan seperti gambar 3.16.



GAMBAR 3.16⁴⁵⁾

FORMAT PENSINYALAN WORD INFORMASI FOCC

Tipe-tipe informasi :

1. *Mobile station control message.*

Terdiri dari satu, dua atau empat word.

a. *Word 1.*

Abbreviated address word, *T1T2* = type field, seperti pada gambae 3.17a.

T1T2 = 00 hanya word 1 yang dikirim

T1T2 = 01 beberapa word dikirim

DCC-digital color code field, 2 bit dikirim pada FOCC kemudian diterima unit mobil dan ditranslasikan 7-bit DCC code pada RECC seperti berikut ini :

⁴⁵⁾ Ibid., p. 87.

DCC (from FOCC)	7 bit coded DCC on RECC	SCC	
0 0	0000000	0 0	5970 Hz
0 1	0011111	0 1	6000 Hz
1 0	1100011	1 0	6030 Hz
1 1	1111100	1 1	not a channel desig.

b. Words 2 to 4.

Pengembangan address word $T1T2 = 10$, diset di setiap additional word seperti gambar 3.17b dan 3.17c. Biarkan SCC = 11 atau SCC \neq 11.

(1) *Word 2*

(a) Dengan menggabungkan *order code (ORDER)* dan *order qualification code (ORDQ)* pada word ini bisa didapatkan 11 fungsi :

- Page (or origination)
- Alert
- Release
- Reorder
- Stop alert
- Audit
- Registration
- Intercept
- Maintenance
- Send called address
- Direct-retry status

(b) Juga mengubah power levels stasiun mobil dalam delapan levels.

(2) *Word 3. First directed-retry word*

(3) *Word 4. Second Directed-retry word*

2	2	24	12
T1 T2	DCC	MINI 23-0	P

(a)

2	2	10	1	5	3	5	12
T1 T2=10	SCC = 11	MIN2 33-34	RSVD = 0	local	OrdQ	Order	P

(b)

T1 T2=10	SCC ≠ 11	MIN2 33-24	VMAC	Chan	P
----------	----------	------------	------	------	---

(c)

GAMBAR 3.17⁴⁶⁾

MOBILE STATION CONTROL MESSAGE

- (a) Word-1 abbreviated address word
- (b) Word-2 extended address word (SCC = 11)
- (c) Word-2 extended address word (SCC ≠ 11)

2. Overhead message (OHD).

3-bit OHD field (lihat gambar 3.18a) digunakan untuk mengidentifikasi tipe overhead message. Bit ini diletakkan sebelum bit parity check seperti gambar 3.18b. Tipe overhead message dikelompokkan menjadi beberapa fungsi sebagai berikut :

⁴⁶⁾ Ibid., p. 88.

- a. System parameter overhead message. System parameter overhead message ini harus dikirim setiap $0,8 \pm 0,3$ s yang terdiri dari 2 word:
word 1 : berisi bagian pertama system identification field, dan
word 2 : berisi sejumlah paging channels dan access channels.
- b. Global action overhead message. Ada banyak global action overhead message, masing-masing terdiri atas 1 word. Di antaranya adalah *registration increament*, *new access channel starting point*, *maximum busy occurrences*, *maximum seizure tries*.
- c. Registration ID message. Terdiri atas 1 word yang berisi registration ID field.
- d. Control-filler message. Terdiri dari 1 word dan dikirim pada saat tidak ada informasi lain dikirim lewat FOCC. Dipakai untuk specify control mobile attenuation code (CMAC) yang digunakan stasiun mobil dalam proses access, dan Wait for Overhead Message bit (WFOM) menunjukkan apakah stasiun mobil harus membaca overhead message sebelum access sistem.

3. Data restriction.

- a. Kecepatan transmisi overhead message kira-kira seperdetik.

- b. Disain control-filler message untuk meniadakan frame-sync.
- c. Membatasi penggunaan control office codes.

OVERHEAD MESSAGE TYPES

Code	Order
000	registration ID
001	control-filler
010	reserved
011	reserved
100	global action
101	reserved
110	word 1 of system parameter message
111	word 2 of system parameter message

(a)

2	2	20	2	3	12
T ₁ T ₂	DCC	REGID	END	OHD	P

(b)

GAMBAR 3.18^{47>}

OVERHEAD MESSAGE TYPES AND FORMAT

^{47>} Ibid., p.89.

2. Forward Voice Channel (FOVC)

Selama periode panggilan FOVC digunakan untuk pensinyalan. Pada awalnya deretan 101-bit digunakan untuk bit synchronization untuk deretan bit selanjutnya hanya berisi 37 bit, seperti ditunjukkan gambar 3.19 berikut ini.

BS	WS	Word	BS	WS	Word	BS	WS	Word	.....
FVC 101	- 11	40	37	11	40	37	11	40	

BS - Bit sync.

WS - Word sync.

GAMBAR 3.19⁴⁸⁾

FORMAT PENSINYALAN FOVC

Panjang word 40 bit dan diulang 11 kali. Ini untuk meyakinkan bahwa informasi handoff sudah diterima stasiun mobil sebelum level sinyal stasiun mobil turun. Pensinyalan FOVC terutama dipakai untuk handoff, dan biasanya level sinyal pada saat handoff terjadi sangat lemah. Jadi FOVC ini dipakai untuk meyakinkan bahwa stasiun mobil akan menerima informasi tetapi tidak sempat mengirim respon karena kondisi sinyal yang sangat lemah ini.

⁴⁸⁾ Ibid., p. 91.

III.5 Mobile Telephone Switching Office (MTSO)

Seperti telah dijelaskan pada bab II MTSO merupakan peralatan sentral dari sistem telepon kendaraan bergerak yang di samping berfungsi sebagai pusat penyambungan juga berfungsi menghubungkan jaringan STKB dengan jaringan telepon darat atau PSTN.

Dalam sub-bab ini akan dijelaskan subsistem lain yang terdapat pada MTSO dari masing-masing jenis STKB untuk melihat kemungkinan integrasi antara MTSO.

III.5.1 Nordic Mobile Telephone (NMT-450)

III.5.1.1 Umum

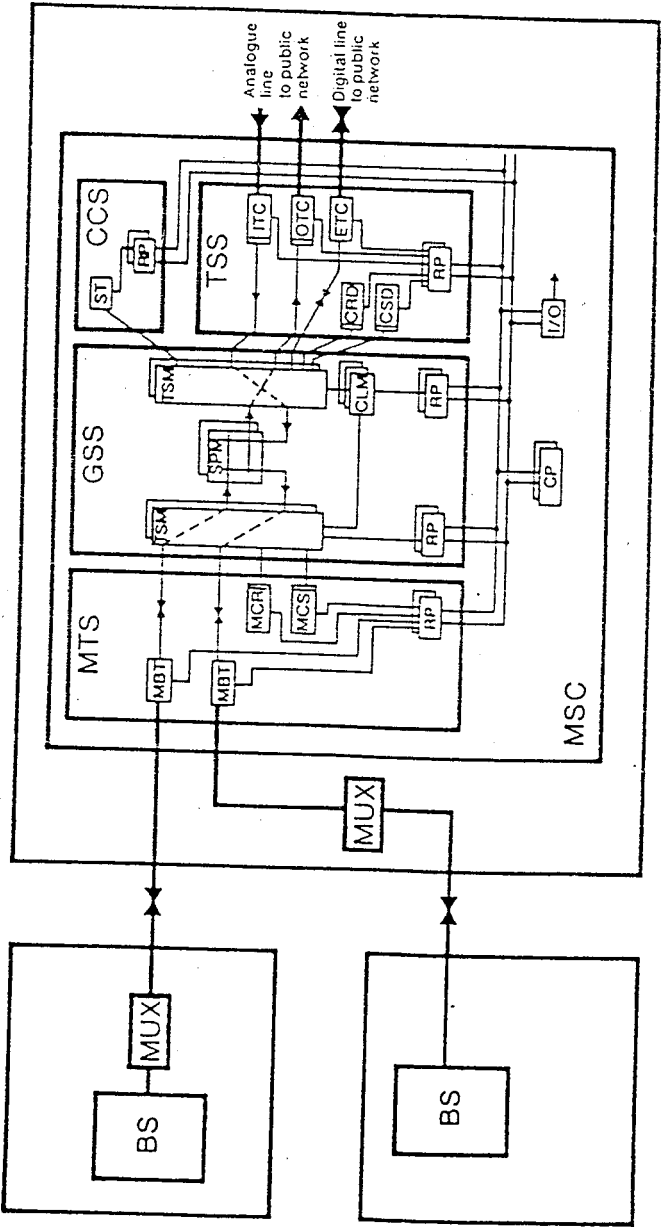
Dalam sistem NMT-450 digunakan istilah *Mobile Telephone Exchange (MTX)* untuk menunjukkan sentral telepon mobil (MTSO). Gambar 3.20 berikut ini menunjukkan diagram blok sederhana dari MTX. MTX dikontrol oleh sistim *central processor* yang terdiri dari 2 prosesor (CPU-A dan CPU-B) dan bekerja bersama-sama. Melalui data bus prosesor berhubungan dengan sejumlah *regional processor (RP)* yang mengontrol setiap subsistem. RP bekerja berpasangan, jika salah satu RP tidak berfungsi akan digantikan oleh RP lainnya.

Secara umum MTX terdiri atas 3 subsistem, yaitu :

a. Mobile Telephone Subsystem

MTS menangani fungsi-fungsi seperti :

- *trunk circuit functions*, termasuk :
 - pensinyalan ke BS dan MS
 - operasi dan pemeliharaan trunk circuit
 - mengontrol panggilan dari/ke MS
 - mengontrol BS
 - pengawasan kualitas transmisi
- *subscriber data functions*, termasuk :
 - menyimpan informasi mengenai pembatasan traffic area untuk home subscriber dan visiting subscriber
 - analisa nomor pelanggan
 - mengontrol setting up hubungan antar subscriber
- *administration of data*, termasuk :
 - interpretasi perintah untuk analisa A-number
 - administrasi data untuk traffic area, base station dan kanal radio
 - setting up dan supervisi hubungan antara group switch dan antara unit pensinyalan dengan trunk
 - administrasi berbagai data dalam MTS
- *MTX signalling*, termasuk :
 - mengontrol pensinyalan keluar
 - mengevaluasi sinyal masuk
 - menerima dan mengirim kode



GAMBAR 3.2049>

DIAGRAM BLOK MTX

b. Group Switching Subsystem (GSS)

GSS mempunyai fungsi utama sebagai berikut :

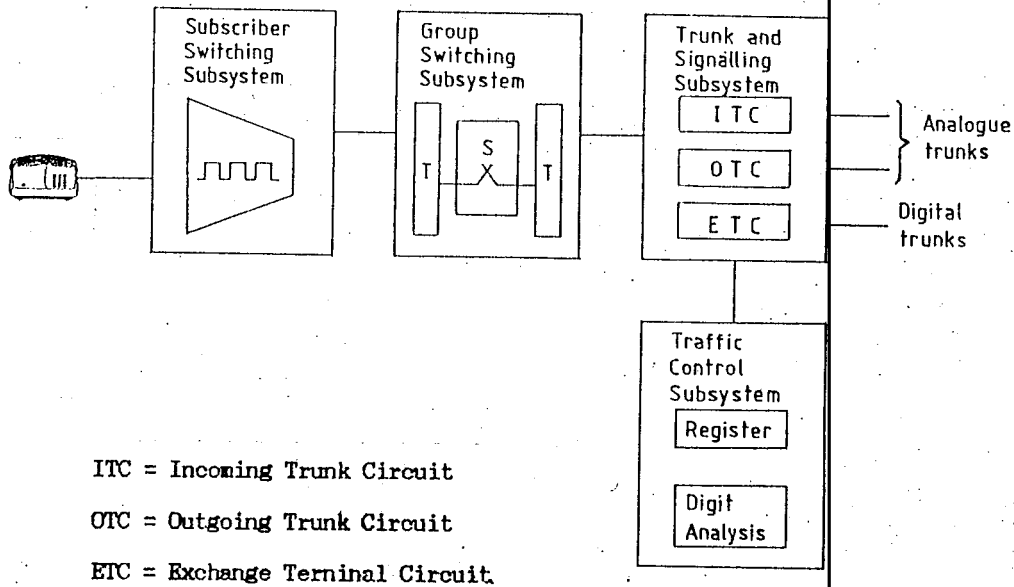
- memilih, menghubungkan, dan memutuskan hubungan percakapan/pensinyalan yang menuju group switch
- mengawasi link digital yang dihubungkan ke switch
- memelihara clock-frequency dan sinkronisasi keseluruhan jaringan

c. Trunk and Signalling Subsystem

TSS menangani traffic antara terminal-terminal lain di jaringan switching. Berfungsi untuk supervisi dan pensinyalan pada trunk lines, seperti fungsi untuk penyesuaian MTX dengan beberapa register dan line signalling yang berbeda.

Gambar 3.21 berikut ini menunjukkan bentuk umum hubungan TSS ke trunk lines, traffic control subsystem dan group switching subsystem.

Semua trunk line secara fisik dihubungkan dengan unit perangkat keras *Incoming Trunk (IT)*, *Outgoing Trunk (OT)* atau *Bothway Trunk (BT)*. Unit-unit ini melakukan penyesuaian dengan trunk, hubungan pensinyalan dan kegiatan supervisi. Unit-unit ini disebut *ITC*, *OTC* dan *BTC* untuk analog trunk dan *ETC* untuk digital trunk.

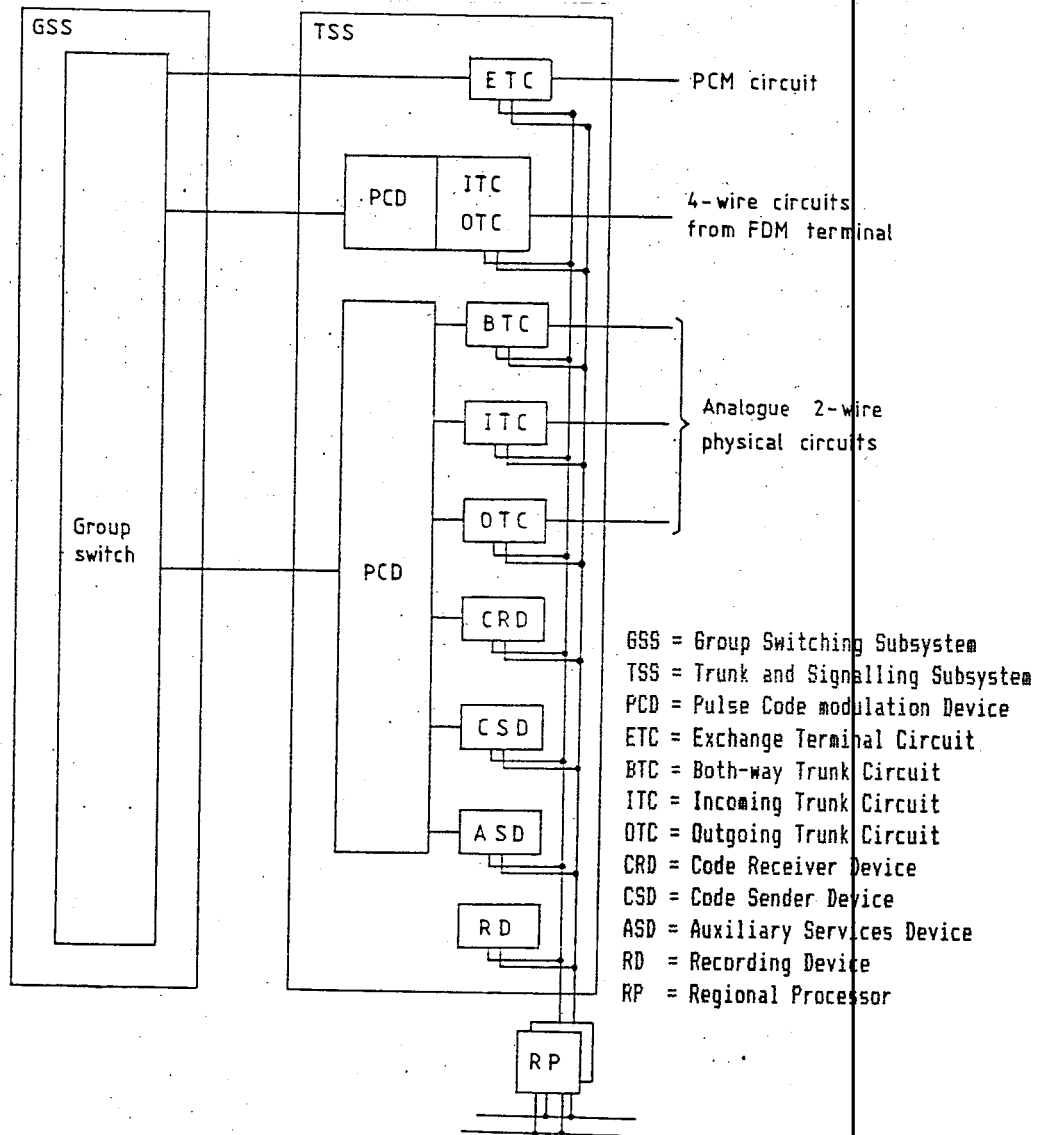


GAMBAR 3.2150>

DIAGRAM BLOK HUBUNGAN TSS

Pemilihan unit-unit ini disesuaikan dengan sistim line signalling dan sistim transmisi. Seperti pada gambar 3.22 rangkaian analog dihubungkan dengan GSD (Group Switch Digital) di GSS (group switching subsystem) melalui PCM multiplexing device, PCD. PCD ini mengubah sinyal analog menjadi sinyal digital melalui 2,048 Mbit/s yang berhubungan dengan GS, yang sesuai dengan 32 time-slot pada 64 kb/s.

50> LM Ericsson, AXE 10 Trunk and Signalling Subsystem, 1984, p. 3

GAMBAR 3.22⁵¹⁾

STRUKTUR TSS

⁵¹⁾ Ibid., p. 7

Hubungan antara TSS dengan TCS dibagi menjadi 2 group :

1. sinyal untuk line signalling dan administration, termasuk sinyal untuk mengontrol pengiriman tone, dan mengirim informasi pentarifan.
2. sinyal untuk menangani register signalling, berisi sinyal yang mengirimkan digit digit informasi ke dan dari terminal lain.

Secara umum TSS terdiri dari blok-blok utama IT, OT dan BT, dengan penjelasan sebagai berikut :

a. Incoming Trunk (IT),

IT mengawasi incoming junction lines untuk mendeteksi adanya panggilan. Jika ada panggilan sebuah sinyal dikirim ke TCS. IT menerima digit informasi dari pelanggan pemanggil dan meneruskannya ke selected register. IT juga membentuk time supervision line dan register signalling dan mengirim audible tone ke arah mobile subscriber. Route data berisi informasi seperti data untuk routing dan analisa pentaripan.

b. Outgoing Trunk (OT),

Pada saat outgoing atau transit traffic TSS dipanggil oleh TCS. Kemudian OT memilih idle outgoing trunk pada route khusus dan mengirimkan informasi yang

menunjukkan trunk yang dipilih ke TC. Jika pengiriman digit dimulai, OT memanggil terminal berikutnya dan mengirim acknowledgement ke TC. Acknowledgement adalah dalam bentuk permintaan untuk digit atau end-of-selection signal. Untuk end-of selection signal OT memonitor hubungan untuk mendeteksi line signals misalnya untuk B-answer. OT juga membentuk time supervisi line dan register signalling. Jika register signalling ditangani oleh blok CS, OT menyeleksi dan memutuskan hubungan CS. OT juga mentransfer signal antara CD dan TCS.

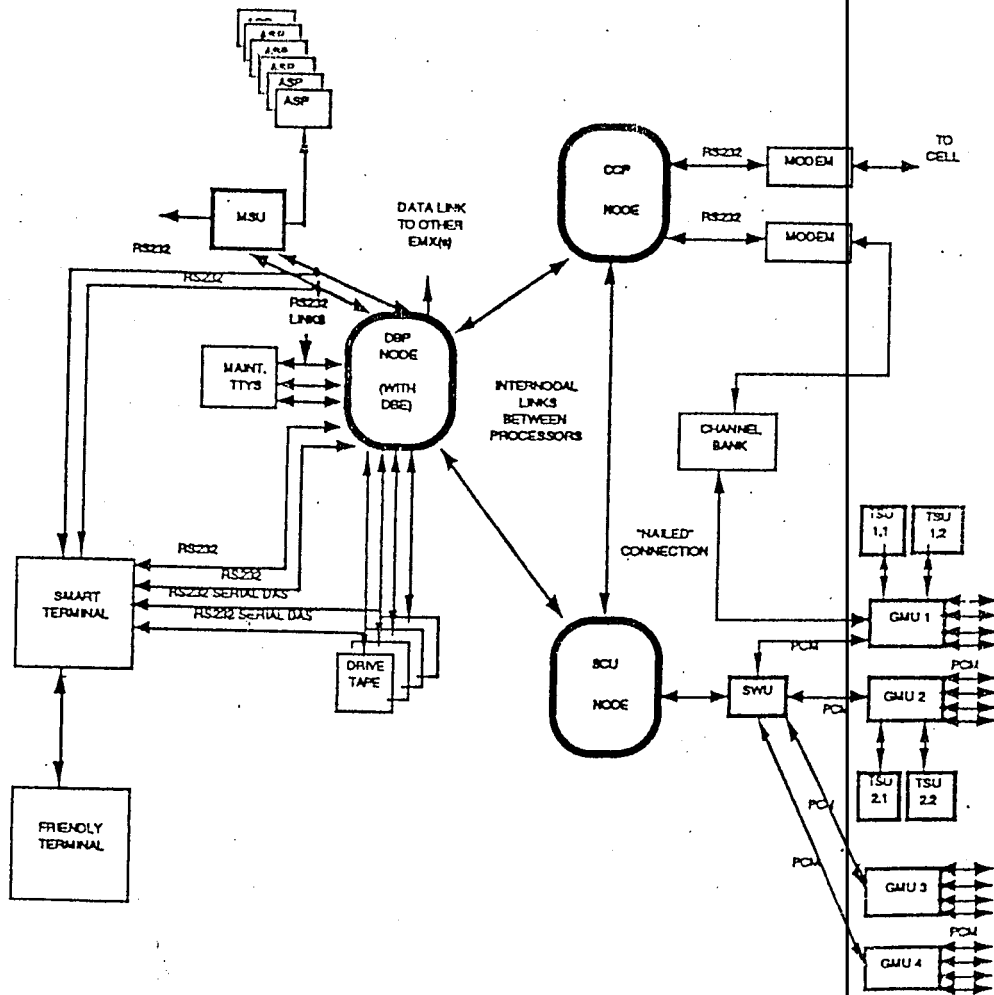
c. Bothway Trunk (BT),

BT memungkinkan traffik dua arah menggunakan trunk circuit yang sama.

III.5.2 Advanced Mobile Phone Service (AMPS)

III.5.2.1 Umum

Sistem STKB AMPS menggunakan istilah *Electronic Mobile Exchange (EMX)* dalam menyebutkan MTSO. Pada dasarnya EMX terdiri dari sejumlah subsistem-subsistem fungsional yang secara garis besar dapat digambarkan dengan *Three Node System (sistem tiga simpul)*, seperti ditunjukkan gambar 3.23.



GAMBAR 3.2352>

SISTEM TIGA SIMPUL DALAM EMX

Sistem tiga simpul ini terdiri dari :

a. *Data Base Processor (DBP)*

DBP ini berisi informasi mengenai data pelanggan, system dialing plan, semua alarm, dan menghubungkannya dengan teleprinter. *Alarm and Status Panel (ASP)* adalah sebuah display indikasi yang memiliki informasi khusus mengenai keadaan alarm dan status dalam sistem.

b. *Channel Coordination Processor (CCP)*

CCP adalah dua buah prosesor kembar yang memiliki fungsi sama yaitu fungsi yang berhubungan dengan kanal kontrol. Fungsi dari CCP adalah untuk menghubungkan *Base Site Controller (BSC)* dengan node (simpul) yang lain dalam *three node system* dan untuk menangani proses hand-off dari satu sel ke sel lain.

c. *Switch Control Unit (SCU)*

SCU berfungsi mengontrol hubungan antara semua terminal dan pensinyalan pada semua terminal.

Secara fungsional EMX beroperasi sebagai sistem port dengan fungsi switching yang menyambungkan input dari satu port ke output dari port lainnya. Setiap port diidentifikasi secara unik dengan menggunakan *address* pada time slot, sehingga masing-masing port dapat

melakukan pertukaran data. Hal ini berarti diperlukan suatu hubungan langsung antara dua atau lebih port, sebuah trunk telepon ke sebuah kanal radio, ke sebuah tone receiver atau sender atau ke sebuah recorder announcer.

EMX menggunakan audio digital PCM, dan menyediakan proses switching dan kontrol untuk jalur radio secara digital, dengan format standar *Pulse Code Modulation (PCM)*. Format standar PCM yang digunakan dalam EMX adalah sesuai dengan CCITT Rec. 732, yaitu 30-channel 2,048 Mbps.

Telah disebutkan bahwa subsistem EMX yang mengontrol hubungan dan pensinyalan antara semua terminal adalah *Switch Control Unit (SCU)*, yang terdiri dari :

a. *Group Multiplexer Unit (GMU)*

GMU mempunyai dua fungsi yaitu mengubah bit serial dari 16 *Voice Group Unit (VGU)* menjadi format 8 bit paralel dan mengirimkannya ke *Switch Unit (SWU)*. Fungsi kedua yaitu menerima 8 bit paralel dari SWU dan mengubahnya menjadi bentuk serial serta mengirimkannya ke VGU. GMU ini juga mengatur paralel interface pada *Tone Signalling Unit (TSU)*. Diagram blok dari GMU ditunjukkan gambar 3.24. Tidak semua

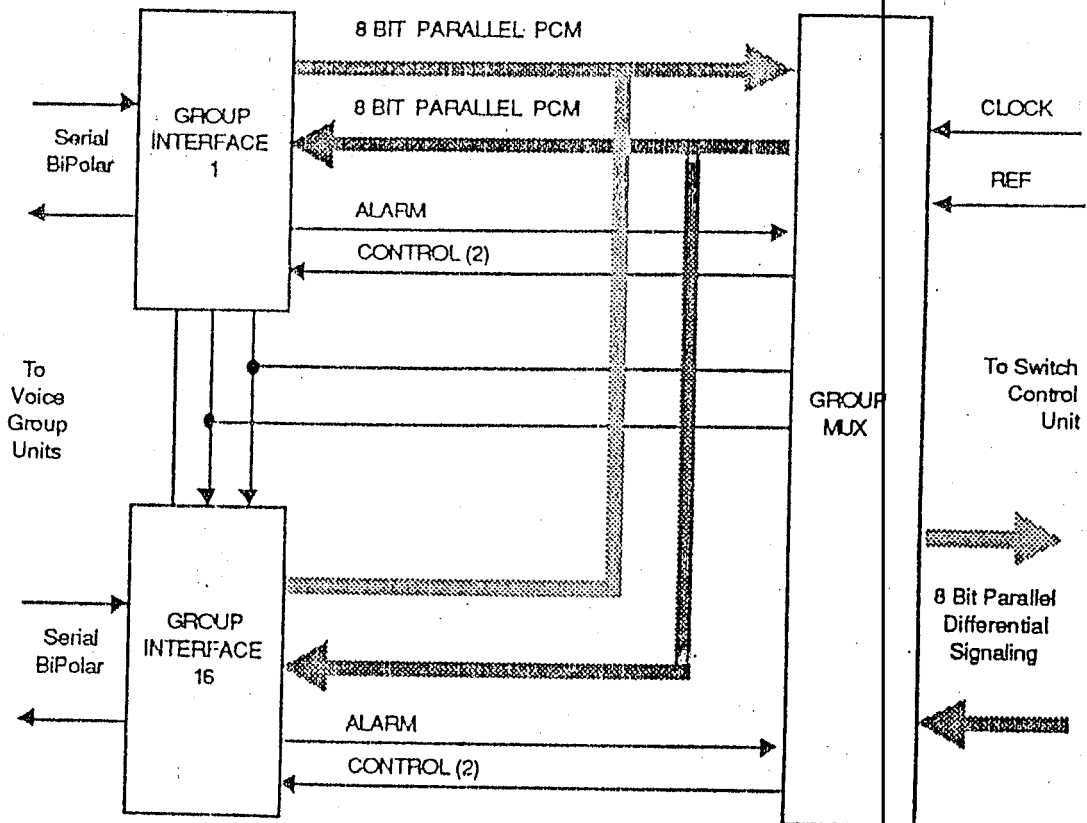
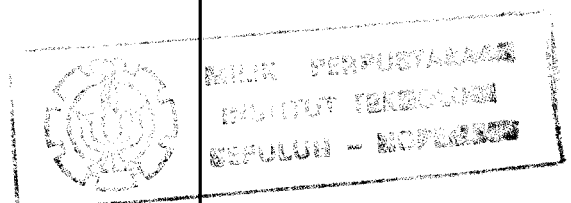
GAMBAR 3.24⁵³⁾

DIAGRAM BLOK GROUP MULTIPLEXER UNIT (GMU)

terminal switch unit (SWU) digunakan untuk hubungan kanal atau trunk. Sebagian diperlukan untuk memper - mudah hand-off timing, dan yang lainnya digunakan

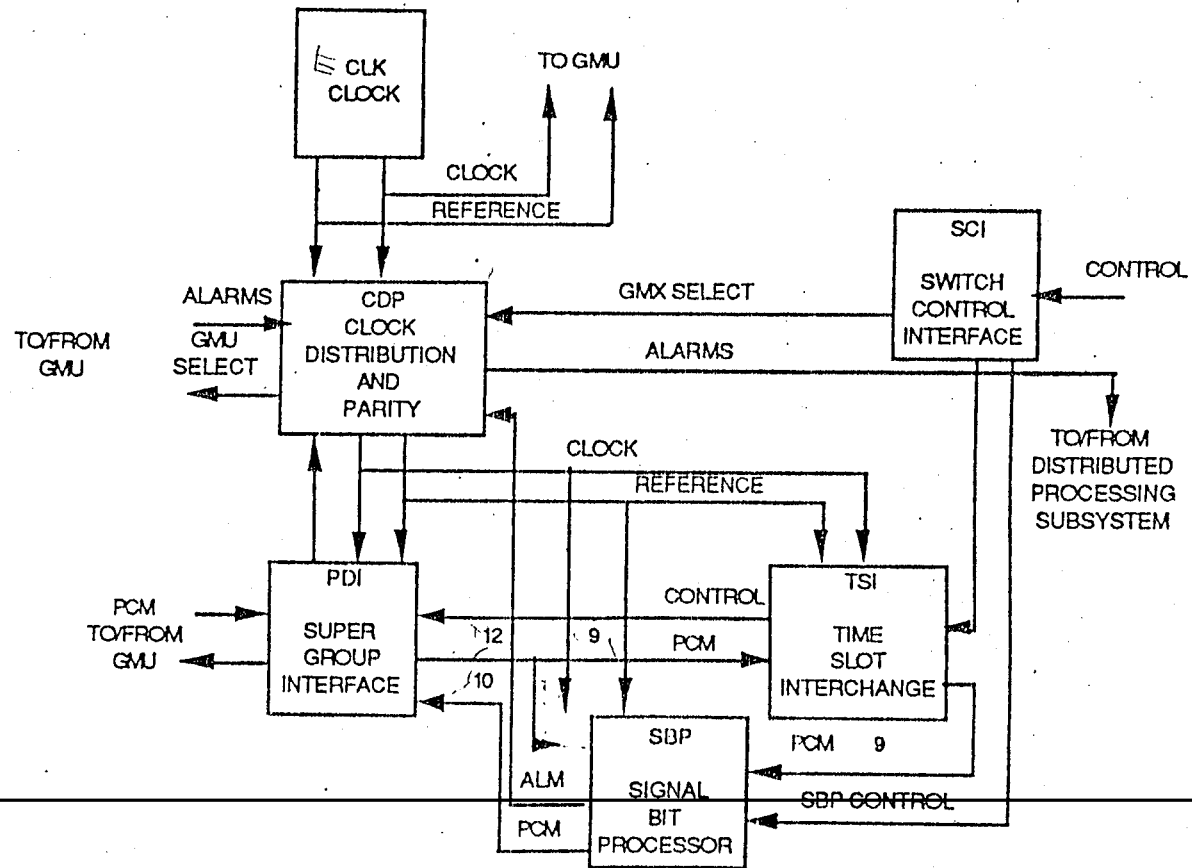
⁵³⁾ Motorola Inc., Electronic Mobile Exchange, RTSS Technical Education Departement, 1991, p.19



untuk penerimaan dan pengiriman trunk signalling tone, supervisory tone, recorded message, dan voice frequency signalling tones. VGU (Channel Bank) bukan merupakan bagian dari sistem EMX. Channel Bank berisi A/D dan D/A converter dan Time Division Multiplex dari 30 terminal analog serta mengirimkan bit PCM ke EMX, dan juga menerima bit PCM dari EMX. Semuanya dikendalikan oleh clock sinkronisasi.

b. Switch Unit (SWU)

Switch unit melakukan fungsi switching dari bit-bit PCM, mengolah bit-bit sinyal dari bit PCM, dan memberikan hubungan dengan *Switch Control Unit (SCU)* melalui jalur data. SWU mengontrol sinyal audio digital dari VGU dan TSU. Sinkronisasi dan pensinyalan yang merupakan bagian dari bit PCM dimasukkan ke GMU. Pensinyalan diproses dan akhirnya dikirim ke prosesor. Sinkronisasi dan pensinyalan juga ditambahkan ke outgoing PCM di bawah kontrol dari prosesor. Diagram blok dari SWU ditunjukkan gambar 3.25. Data suara dikirimkan ke time slot interexchange dan data pensinyalan dikirim ke signal bit receiver. Signal bit receiver ini memberitahu SCU tentang perubahan status jalur pensinyalan sehingga



GAMBAR 3.25^{54>}

DIAGRAM BLOK SWITCH UNIT (SWU)

SCU dapat mengatur hubungan dalam time slot inter-exchange dan signal bit sender. Sebuah group yang terdiri dari 480 terminal disebut supergroup, dengan kapasitas maksimum dari 4 supergroup adalah 1920 terminal dalam 30 kanal EMX. Sebuah time slot counter digunakan untuk sinkronisasi dalam semua supergroup. Time slot counter melakukan hitungan dari 1 sampai 512. Hitungan ini diulang 8000 kali tiap detik. Dalam tiap supergroup time slot mempunyai fungsi :

- menentukan terminal input yang akan diakses
- menentukan terminal output yang akan diakses
- menentukan lokasi pada memory PCM yang akan dimasuki
- menentukan lokasi pada RAM kontrol yang akan dibaca

c. Tone Signalling Unit (TSU)

TSU melakukan fungsi penerimaan dan pengiriman nada. Semua nada pensinyalan (signalling tones) untuk arah transmit maupun receive dan semua nada pengawasan (supervisory tones) dihasilkan dan/atau ditambahkan oleh card-card dalam TSU. Semua nada tersebut melalui SWU dalam format PCM digital. Diagram blok dari TSU ditunjukkan gambar 3.26.

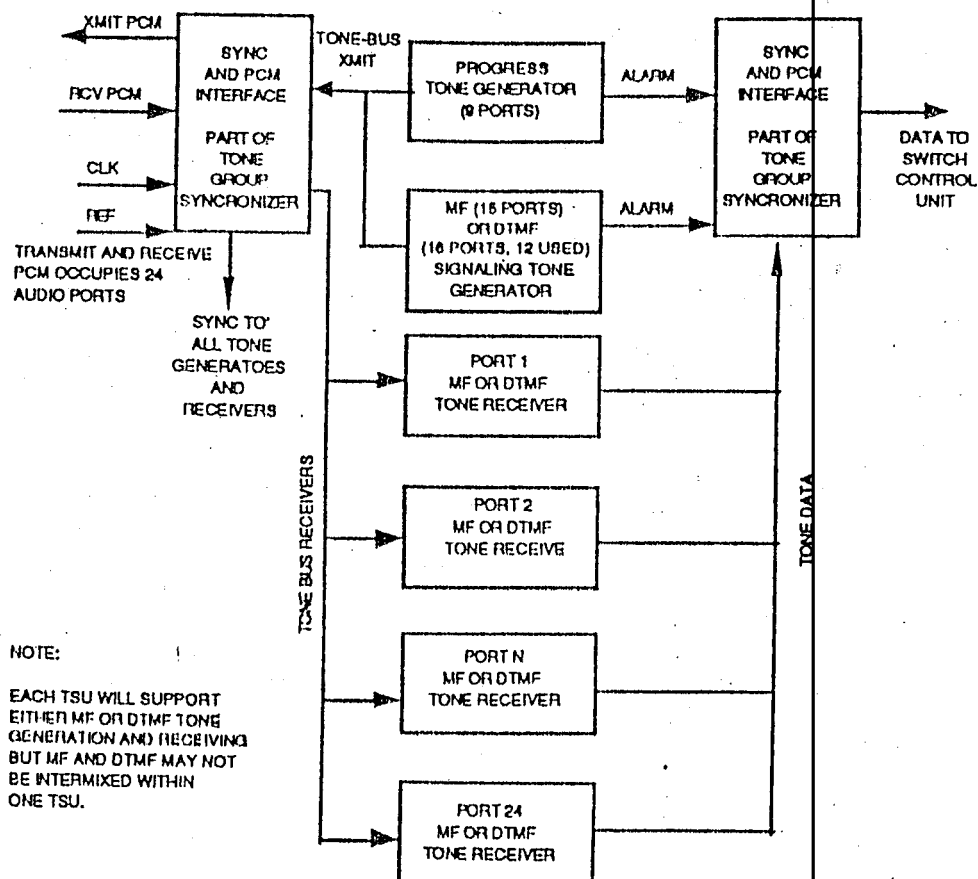
GAMBAR 3.26^{55>}

DIAGRAM BLOK TONE SIGNALLING UNIT

BAB IV

EVALUASI SISTEM PENSINYALAN STKB

IV.1 Umum

Pada umumnya setiap sistem telepon bergerak menggunakan hubungan PCM 30 kanal untuk pensinyalan antara MTSO dan stasiun radio dasar. Hubungan transmisi antara BS dan MS menggunakan komunikasi radio, dari setiap hubungan percakapan memakai satu kanal. Setiap kanal mempunyai dua arah dengan pita frekuensi berbeda, dari BS ke MS dan dari MS ke BS.

Jumlah kanal radio tidak membatasi kapasitas sistem, ini karena adanya metode penggunaan ulang frekuensi (reuse frequency). Teknik small-cell digunakan untuk meningkatkan kapasitas panggilan dengan intensitas trafik yang tinggi.

Sistem pensinyalan pada telepon kendaraan bergerak seluler terbagi menjadi 2 bagian :

1. Pensinyalan dalam sistem itu sendiri (MTSO - BS/MS dan BS/MS - MTSO).
2. Pensinyalan dari MTSO ke PSTN

IV.1.1 Pensinyalan MTSO - BS/MS

Sistem pensinyalan pada tiap-tiap jenis sistem telepon bergerak diperlukan untuk hubungan percakapan dengan cara pertukaran informasi antara komponen-komponen utama sistem telepon kendaraan bergerak. Secara diagram blok sistem pensinyalan yang terjadi ditunjukkan gambar 4.1.

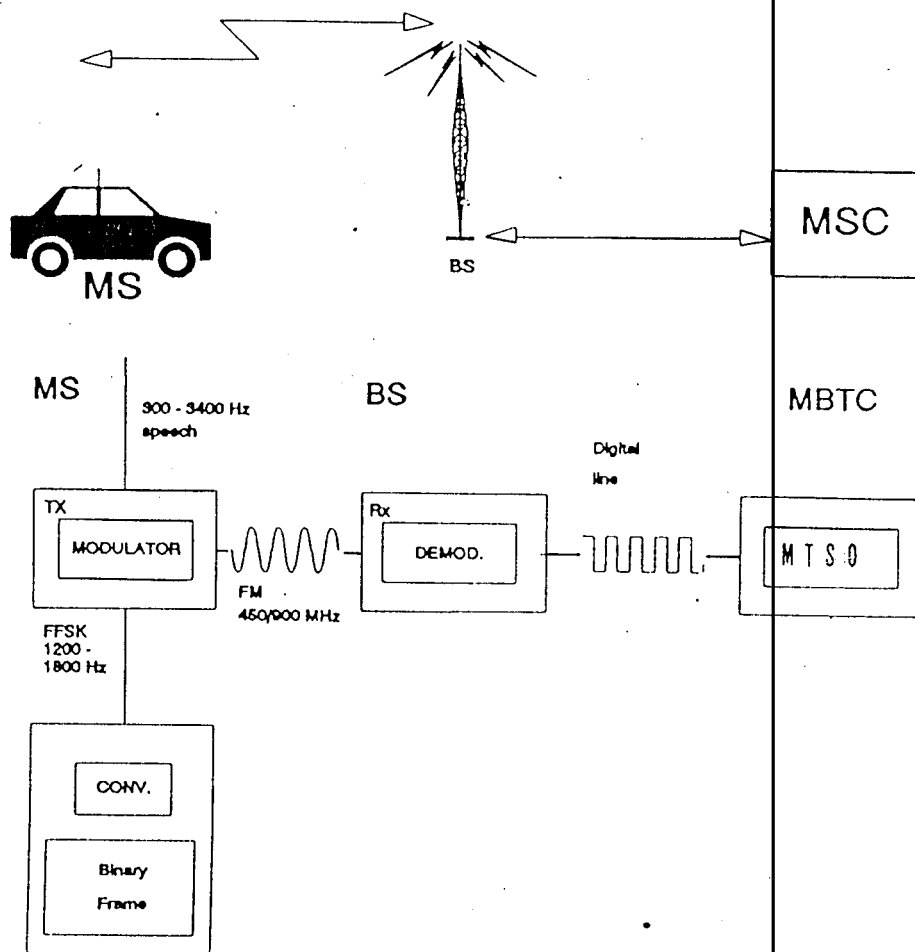
Tiap-tiap jenis sistem telepon seluler ini diproduksi oleh negara yang berbeda, maka terdapat perbedaan spesifikasi antara sistem telepon NMT-450 dan sistem telepon AMPS seperti ditunjukkan tabel 4.1.

Secara umum prinsip kerja kedua jenis sistem telepon seluler sama, namun terdapat beberapa perbedaan spesifikasi yang tidak memungkinkan stasiun mobil AMPS dilayani oleh MTSO NMT-450 demikian juga sebaliknya, yang meliputi :

- Frekuensi kirim dan terima
- Tipe modulasi sinyal kontrol
- Kode kanal kontrol
- Laju transmisi
- Error correction code
- Format pensinyalan

Dengan demikian apabila seorang pelanggan telepon kendaraan bergerak seluler jenis NMT-450 sedang berada di Surabaya dan hendak mengadakan panggilan tidak akan

pernah berhasil karena EMX (MTSO jenis AMPS) tidak bisa menterjemahkan sinyal-sinyal yang dikirimkan.



GAMBAR 4.158

DIAGRAM BLOK SISTEM PENSINYALAN

TABEL 4.1
PERBANDINGAN SISTIM STKB NMT-450 DAN AMPS

No.	Spesifikasi	NMT-450	AMPS
1.	Pita frekuensi		
	- kirim	489 - 493,5 MHz	869 - 893,970 MHz
	- terima	479 - 483,5 MHz	824 - 848,970 MHz
2.	Spasi kanal	20 KHz	30 KHz
3.	Selisih dupleks	10 KHz	45 KHz
4.	Jumlah kanal total RF	225 (180)	666 (832)
5.	Kanal kontrol RBS	1 atau 0 (variable)	21 (dedicated)
6.	Voice Processing	2 : 1 (companding)	2 : 1 (companding)
7.	C/I minimum	10 dB	10 dB
8.	Pola frequency re-use	7	7
9.	Modulasi		
	- tipe	FM	FM
	- deviasi maksimum	4,7 KHz	12 KHz
10.	Sinyal kontrol		
	- tipe modulasi	FFSK	FSK
	- kode kontrol channel	NRZ	Manchester
11.	Transmission rate	1,2 Kbit/det	10 Kbit/det
12.	Supervisi kualitas percakapan	S/N dari SAT	SAT
13.	Kriteria Hand-off	RF signal strength dan S/N	RF signal strength
14.	Hand-off break	1,2 detik	250 mdetik
15.	Error Correction Code	Haglberger	BCH-code
16.	Hubungan MTSO - PSTN	Trunk Signalling Sub. (PCM 30)	Group Multilex Unit (PCM 30)

IV.1.2 Pensinyalan dari MTSO-PSTN

Seperti telah disebutkan sebelumnya pensinyalan dari MTSO ke PSTN disesuaikan dengan prosedur pensinyalan nasional yang ditempati sistem tersebut bekerja. Hubungan antara MTSO dengan PSTN di samping memberikan pelayanan telepon untuk berhubungan dengan pelanggan fixed telephone juga sebagai perantara hubungan antara dua MTSO yang berbeda.

Saat ini negara Indonesia masih mempergunakan sistem pensinyalan R2, maka sistem pensinyalan yang dipakai untuk menghubungkan MTSO dengan PSTN juga sistem R2 dengan sinyal register SMFC (Semi Compelled Multi Frequency Code).

SMFC signalling memakai kombinasi 2 dari 6 frekuensi dengan arah forward dan backward. Sistem pensinyalan ini selalu dipakai bersamaan dengan salah satu sistem line signalling. Tabel 4.2 menunjukkan seluruh kombinasi yang dapat diperoleh dari maksimum 6 frekuensi pensinyalan untuk tiap arah yang disediakan oleh sistem. Jumlah kombinasi tergantung pada nomor frekuensi pensinyalan yang dipakai. Jika maksimum 6 frekuensi pensinyalan dipakai, 15 kombinasi multi frekuensi tersedia.

Pengkodean sinyal terdiri dari penggabungan arti sinyal telepon interregister forward dan backward yang didefinisikan dengan kombinasi multifrekuensi yang

dikirim melalui link-link. Arti kombinasi itu dapat berubah setelah transmisi sinyal-sinyal backward tertentu. Perubahan arti khusus sinyal menyebabkan atau memberitahukan perubahan hubungan. Pada kasus tertentu perubahan kembali ke arti semula mungkin terjadi.

TABEL 4.2⁵⁷⁾
KOMBINASI MULTIFREKUENSI

Combinations		Frequencies (Hz)						
No.	Numerical Value = x + y	Forward direction (signals of Group I and II)	1980	1500	1620	1740	1860	1980
		Backward direc- tion (signals of Group A and B	1140	1020	900	780	660	540
		Index (x)	f0	f1	f2	f3	f4	f5
		Weight (y)	0	1	2	4	7	11
1	0 + 1		x	y				
2	0 + 2		x		y			
3	1 + 2			x	y			
4	0 + 4		x			y		
5	1 + 4			x		y		
6	2 + 4				x	y		
7	0 + 7		x				y	
8	1 + 7			x			y	
9	2 + 7				x		y	
10	3 + 7					x	y	
11	0 + 11		x					y
12	1 + 11			x				y
13	2 + 11				x			y
14	3 + 11					x		y
15	4 + 11						x	y

⁵⁷⁾Perumtel, Signalling Plan - Fundamental Technical Plan - Indonesia. Directorate General of Post and Telecommunication, Ministry of Tourism, Post and Telecommunications, 1985. p. 33.

IV.1.2.1 Arti sinyal-sinyal forward

Pada MFC forward dengan kombinasi frekuensi yang sama terdapat 3 group yang artinya berbeda (tabel 4.3) :

TABEL 4.3⁵⁸⁾
ARTI SINYAL SINYAL FORWARD

Combi- nations	Group I signals	Group II signals	Group III signals
1	Digit 1	National opera- tor	Digit 1
2	Digit 2	Normal subscri- ber	Digit 2
3	Digit 3	Local payphone	Digit 3
4	Digit 4	International Operator	Digit 4
5	Digit 5	Long distance payphone	Digit 5
6	Digit 6	National test & maintenance equipment	Digit 6
7	Digit 7	International test equip.	Digit 7
8	Digit 8	Cross border operator	Digit 8
9	Digit 9	International payphone	Digit 9
10	Digit 10	Spare	Digit 10
11	Route to spe- cial service	Spare	Spare
12	Spare	Spare	Spare
13	Spare	Spare	Spare
14	Access to test & maintenance equipment	Spare	Spare
15	End Of avai- lable infor- mation	End of availa- ble informa- tion	End of avai- lable infor- mation

⁵⁸⁾ Ibid., p. 34.

- Group I dipakai untuk mengirim digit yang diputar pelanggan. Sinyal SMFC selalu mulai dengan group I.
- Group II dipakai untuk mengirim kategori atau kelas pelanggan. Peralihan ke group II karena sentral lawan mengirimkan A-3 atau A-6 (lihat tabel 4.4).
- Setelah menerima A-3, kelas pelanggan akan dikirim ulang dan sentral lawan beralih ke group B.
- Setelah menerima A-6, sentral asal mengirim kelas pelanggan yang ada pada group II, kembali lagi ke group I otomatis setelah menerima A-1. Group III dipakai untuk mengirim nomor pelanggan pemanggil untuk dicatat di CAMA atau pada *malicious call*. Sentral asal beralih ke sinyal group III karena diulanginya A-6, dan otomatis kembali ke sinyal group I jika menerima III-15.

IV.1.2.2 Arti Sinyal-sinyal Backward

Ada 2 group dengan pengertian berbeda yang dialokasikan pada kombinasi-kombinasi multifrekuensi backward, yaitu :

- sinyal-sinyal group A : dipakai untuk mentransfer pemberitahuan eksplisit atau implisit untuk sinyal forward dan mengontrol urutan-urutan pensinyalan SMFC;
- sinyal-sinyal group B : membawa informasi yang lebih detail tentang kondisi saluran nomor yang dipanggil.

TABEL 4.458)

ARTI SINYAL SINYAL BACKWARD

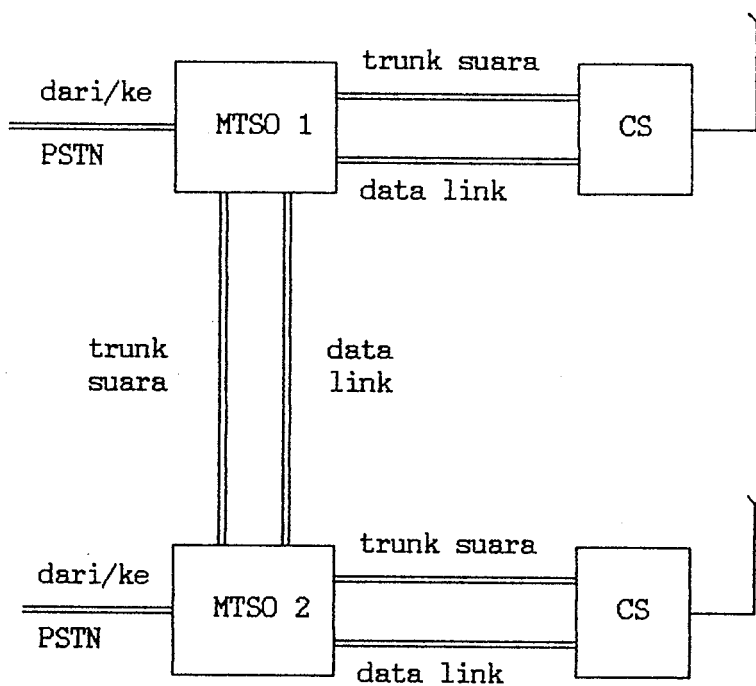
Code	Group A-signals	Group B-signals
1	Send next digit (n+1)	Subscriber line free charge
2	Restart from beginning	Subscriber busy
3	Address complete/change to B-signal	Send signal information tone (interception signal)
4	Congestion	Spare
5	Address complete, Set-up speech condition	Subscriber line free, no charge
6	Send calling party's category/number	Malicious call tracing
7	Spare	Unallocated national number
8	Restart with last digit but one (n-1)	Line out of service
9	Restart with last digit but two (n-2)	Spare
10	Spare	Spare
11	Spare	Spare
12	Spare	Spare
13	Spare	Spare
14	Spare	Spare
15	Spare	Spare

IV.2 Kemungkinan Integrasi

IV.2.1 Umum

Beberapa STKB yang dioperasikan di beberapa daerah yang sama pada dasarnya dapat saling berhubungan antara satu dengan yang lainnya. Interkoneksi antara dua STKB ditunjukkan gambar 4.2.

58) Ibid., p. 35.



GAMBAR 4.2

KONFIGURASI INTERKONEKSI DUA STKB

Dari gambar tersebut tampak bahwa MTSO dari jenis STKB yang berbeda memerlukan sarana untuk implementasi interkoneksi tersebut yang berupa saluran penghubung dan perangkat yang sesuai antara MTSO kedua STKB tersebut.

Untuk MTSO dari jenis STKB yang sama prosedur call set-up pada sistem ini menggunakan prosedur yang berlaku pada sistem *roaming*, dimana kedua STKB dapat bekerja sama dengan cara memasukkan penomoran yang digunakan untuk unit mobil ke dalam file *valid foreign* dan file

foreign denied service. Jika pelanggan dari MTSO 1 melakukan pemanggilan dari daerah operasi pelayanan MTSO 2, maka pertama kali MTSO 2 akan mengadakan verifikasi identitas pelanggan tersebut dalam file *valid foreign* dan memeriksanya dalam file *foreign denied service*. Jika hasilnya positif, proses selanjutnya adalah sama seperti jika panggilan dilakukan oleh pelanggan MTSO 2 murni.

Untuk mencapai kondisi tersebut sistem telepon kendaraan bergerak memerlukan beberapa kemampuan, diantaranya :

- Kemampuan untuk memanggil (paging) setiap mobil unit dari masing-masing switching.
- Kemampuan untuk melakukan proses hand-off secara menyeluruh.
- Kemampuan untuk mengakses file semua pelanggan secara langsung.
- Kemampuan untuk menghitung pemakaian pulsa semua pelanggan (billing).
- Kemampuan untuk pengelolaan trunk antar pelanggan yang dalam hal ini adalah penetapan jalur radio.

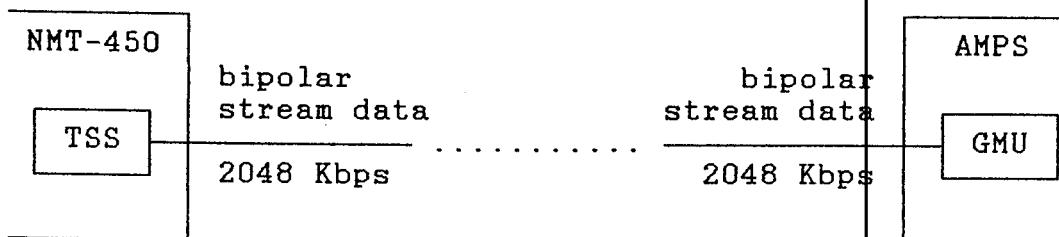
Sedangkan untuk mengadakan integrasi beberapa group switching yang letaknya saling berjauhan, diperlukan peralatan untuk switching dan linknya.

IV.2.2 Integrasi STKB NMT-450 dan AMPS

Dari uraian pada bab terdahulu tampak bahwa tiap-tiap sentral telepon mobil baik dari jenis NMT-450 maupun AMPS mempunyai subsistem yang dapat menyalurkan informasi baik data maupun voice dengan laju bit 2.048 Kbps atau setara dengan PCM 30.

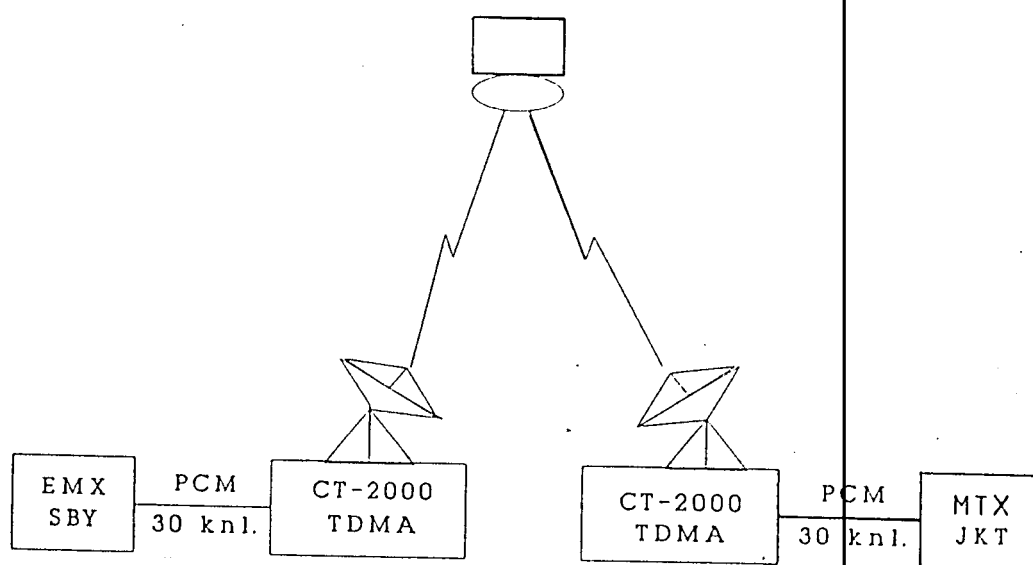
Dengan demikian satu-satunya cara untuk mengintegrasikan kedua sistem telepon seluler tersebut tanpa melalui PSTN adalah dengan PCM 30 yang dapat menyalurkan informasi dengan laju bit 2.048 Kbit/s.

Secara blok diagram sederhana, konfigurasi integrasi antara NMT-450 dan AMPS dengan menggunakan PCM 30 sebagai berikut :



GAMBAR 4.3
KONFIGURASI INTEGRASI

Apabila letak kedua MTSO berjauhan, misalnya Surabaya dan Jakarta integrasi kedua MTSO dapat direalisasikan melalui jaringan TDMA SKSD PALAPA. Interkoneksi ini terjadi karena adanya peralatan terminal TDMA tipe CT-2000 yang dapat menyalurkan berbagai jenis informasi, salah satunya informasi data dengan kecepatan 2048 kbps seperti gambar berikut ini.



GAMBAR 4.460>

INTEGRASI MTSO JAKARTA-SURABAYA
MELALUI JARINGAN TDMA SKSD PALAPA

60> Kamar, Bachrul, Interkoneksi STKB Seluler Jakarta dan Surabaya Melalui Jaringan SKSD Palapa. Tugas Akhir Sekolah Tinggi Teknologi Telekomunikasi. Bandung, 1992. p.54.

BAB V

PENUTUP

V.1 KESIMPULAN

Berdasarkan studi dalam tugas akhir ini dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Sistem pensinyalan pada sistem telepon kendaraan bergerak seluler terbagi menjadi 2 :

- pensinyalan dalam sistem itu sendiri (MTSO - BS/MS dan BS/MS - MTSO).
- pensinyalan dari MTSO ke PSTN

Pensinyalan ini dipakai untuk mewujudkan hubungan yang meliputi :

- panggilan dari fixed telephone ke Mobile Station
- panggilan dari Mobile station ke fixed telephone
- proses hand-off
- proses roaming

2. Tiap-tiap jenis sistem telepon kendaraan bergerak mempunyai spesifikasi yang berbeda, antara lain :

- frekuensi transmit dan received
- tipe modulasi sinyal kontrol
- kode kanal kontrol
- kecepatan transmisi
- error correction code
- format pensinyalan

adanya perbedaan ini tidak memungkinkan kedua sistem STKB berintegrasi secara langsung.

3. Masing-masing Mobile Telephone Switching Office (MTSO) mempunyai subsistem Incoming Trunk dan Outgoing Trunk yang memungkinkan pelanggan STKB bisa berhubungan dengan pelanggan telepon tetap melalui PSTN. Melalui ITC dan OTC ini jugalah dua sistem telepon radio yang berbeda bisa langsung dihubungkan dengan memanfaatkan PCM 30 kanal yang dapat menyalurkan bit informasi 2.048 kbps.

V.2 SARAN

Mengingat bahwa kedua sistem telepon mobil dapat diintegrasikan melalui ITC dan OTC, maka diharapkan bahwa kedua sistem dapat diintegrasikan tanpa melalui PSTN sehingga akan mengurangi beban PSTN.

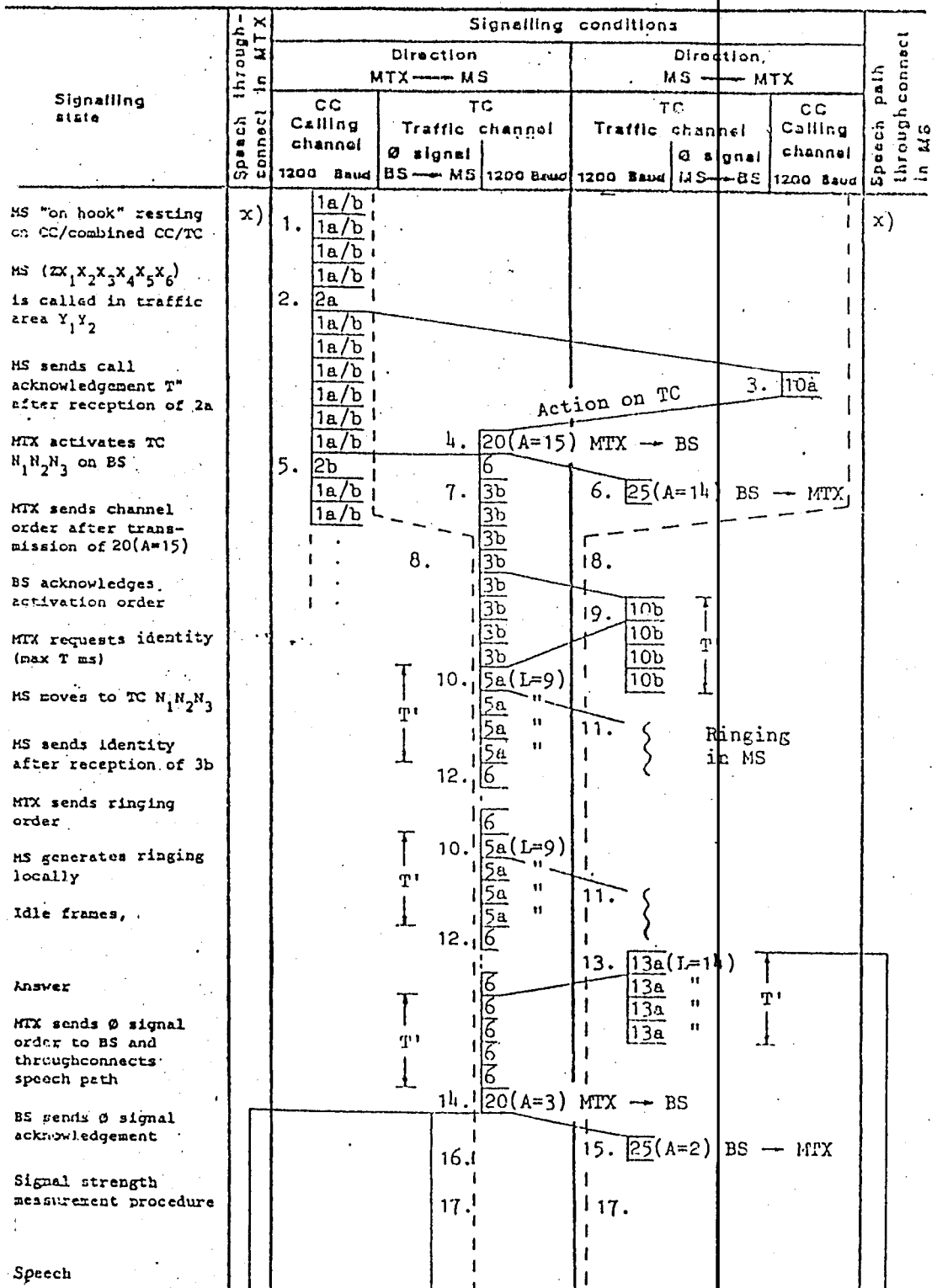
DAFTAR PUSTAKA

1. Boucher, N. J. **The Cellular Radio Handbook**. Quantum Publishing Inc. USA. 1990
2. Donald, V. H. M. **The Cellular Concept**. The Bell Systems Technical Journal. Vol. 58. No. 1. USA. January 1979
3. Fluhr, Z. C. and P. T. Porter. **Control Architecture**. The Bell Systems Technical Journal. Vol. 58. No. 1. USA. January 1979
4. Ha, Tri. T. **Digital Satellite Communications**. McGraw-Hill. International Editions. Second Edition. 1990
5. Kamar, Bachrul. **Interkoneksi STKB Seluler Jakarta dan Surabaya Melalui Jaringan SKSD Palapa**. Tugas Akhir Sekolah Tinggi Teknologi Telekomunikasi. Bandung. 1992
6. Langley, Graham. **Prinsip Dasar Telekomunikasi**. PT. Multi Media Gramedia Group. Jakarta. 1985
7. Lee, W. C. Y. **Mobile Cellular Telecommunication Systems**. McGraw-Hill Book Company. 1989
8. Perumtel. **Signalling Plan. Fundamental Technical Plan Indonesia**. Directorate General of Post and Telecommunications Ministry of Tourism, Post and Telecommunications. 1985

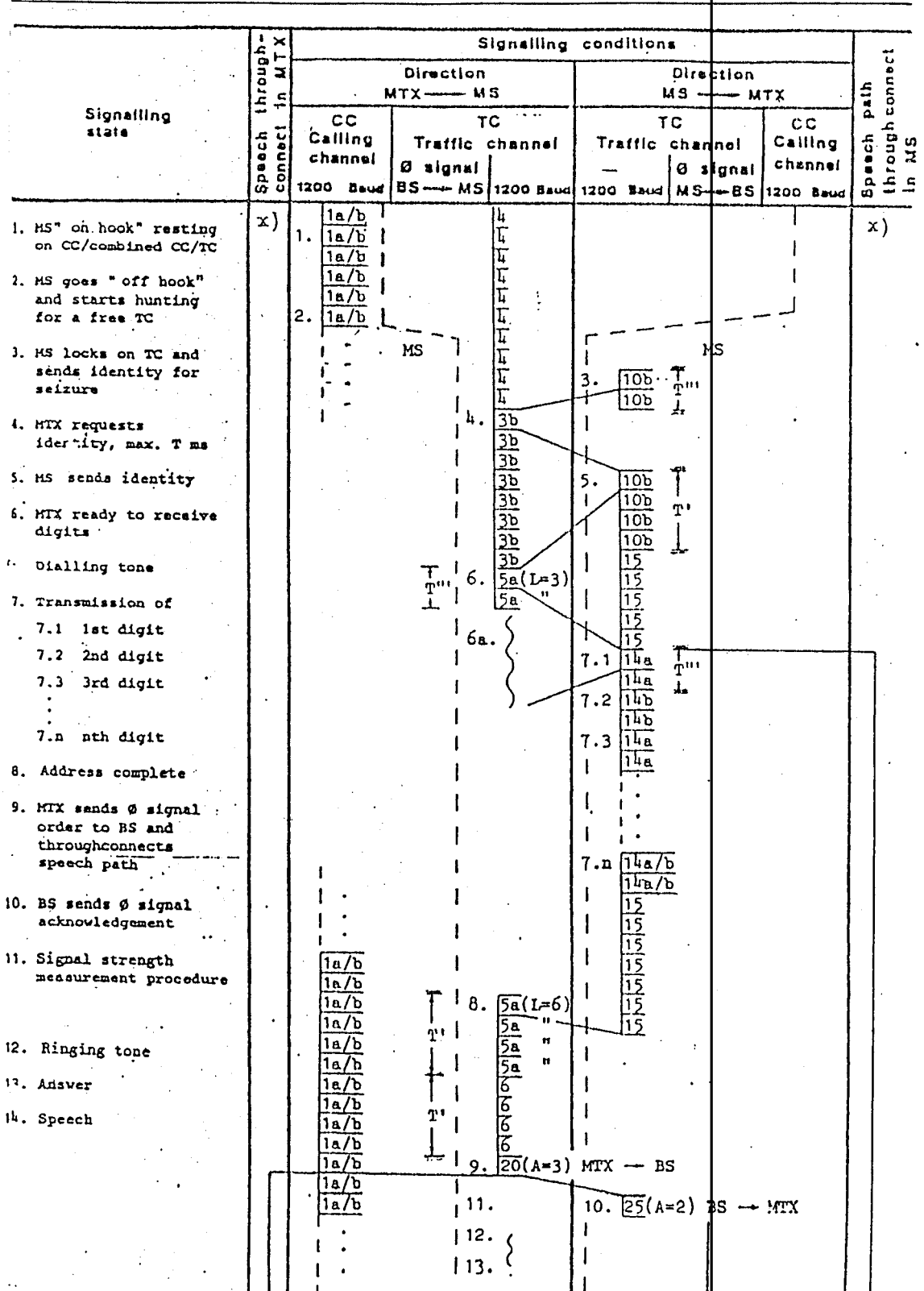
9. Shanmugam, K. S. **Digital and Analog Communication Systems**. John Wiley & Sons Inc. 1979
10. Young, W. R. **Introduction, Background, and Objectives**. The Bell Systems Technical Journal. Vol. 58. No. 1. USA. January 1979
11., **AXE 10 Trunk and Signalling Subsystem**. LM Ericsson. 1984
12., **System Description**. CMS-45 Cellular Mobile Telephone System. LM Ericsson. 1991
13., **Electronic Mobile Exchange**. RTSG Technical Education Departement. Motorola Inc. 1991
14., **Library Survey and System Description**. Ericsson Radio System - Module A. Mei 1986
15., **Nordic Mobile Telephone System Description**. NMT Doc. 1. 1980. February 1980
16., **Operation and Maintenance**. CMS-45 Cellular Mobile Telephone System. LM Ericsson. 1991
17., **Proposal for Nation Wide Cellular Mobile Telephone System for The Republic of Indonesia**. Mobile Telephone Exchange. 1985
18., **Subscriber Unit to Cell Interface**. RTSG Technical Education Departement. Motorola Inc. 1991
19., **System Overview**. RTSG Technical Education Departement. Motorola Inc. 1991

Lampiran 1

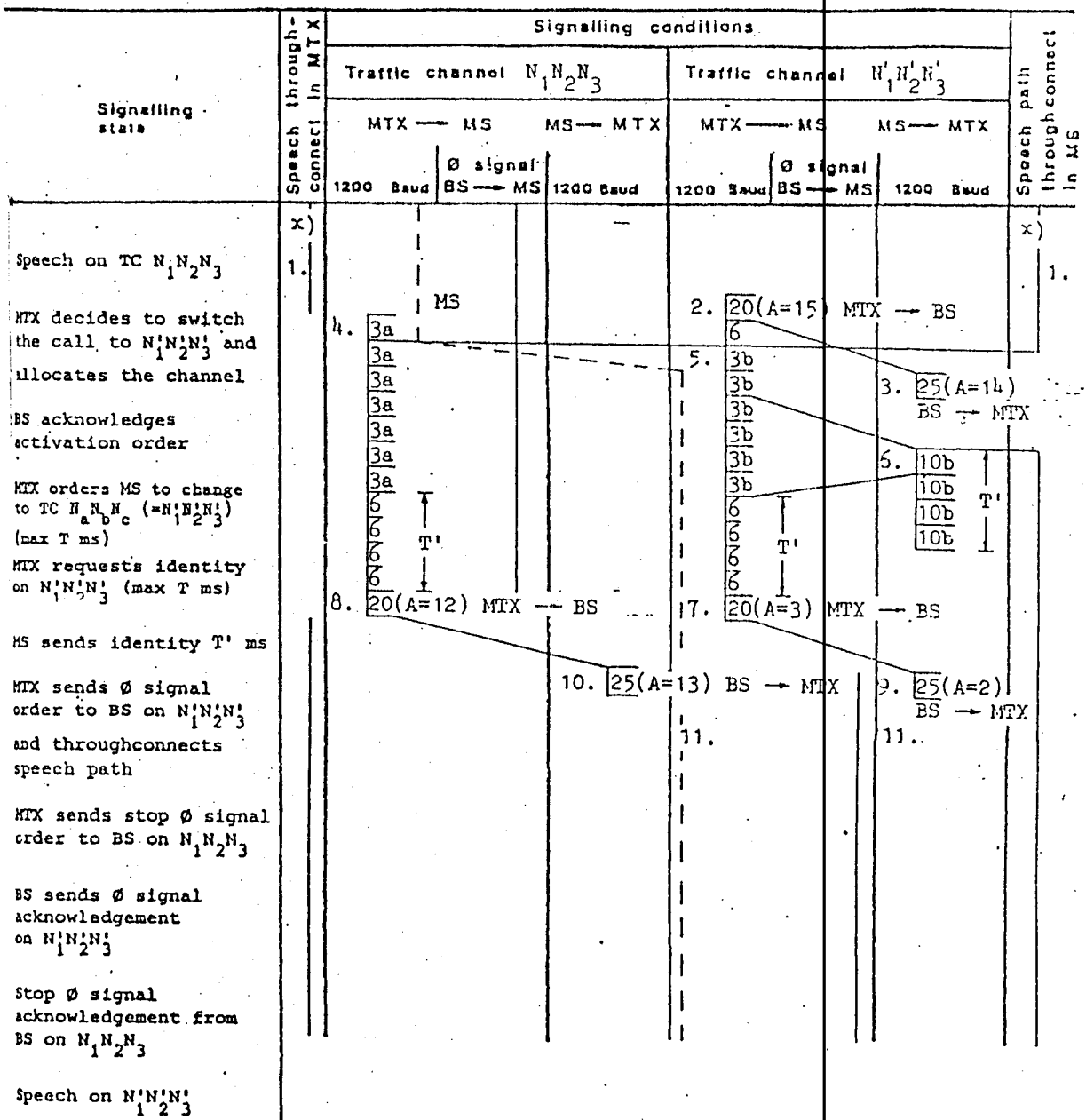
Land to Mobile Call



Mobile to Land Call (NMT-450)

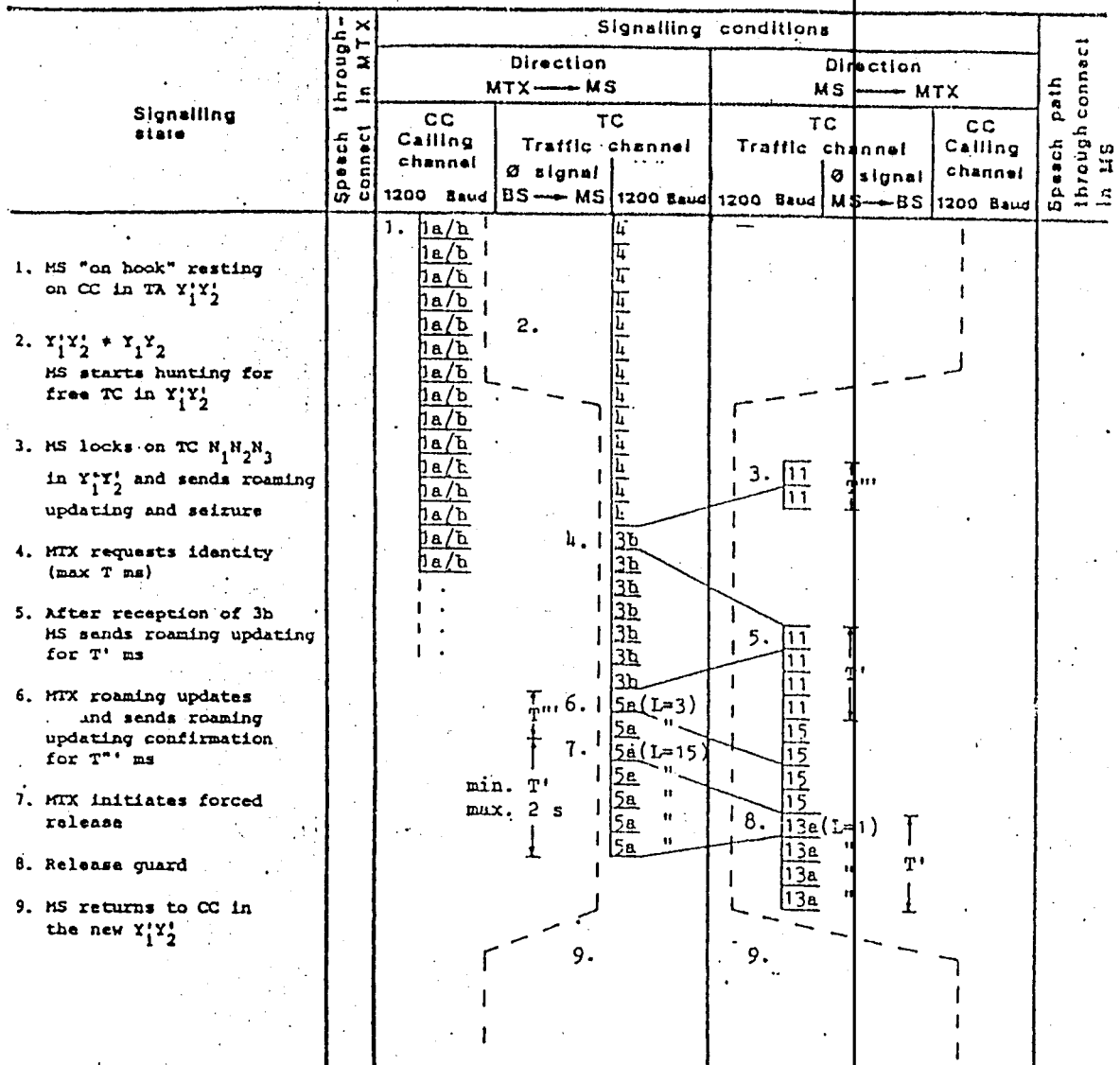


Hand-off (NMT-450)



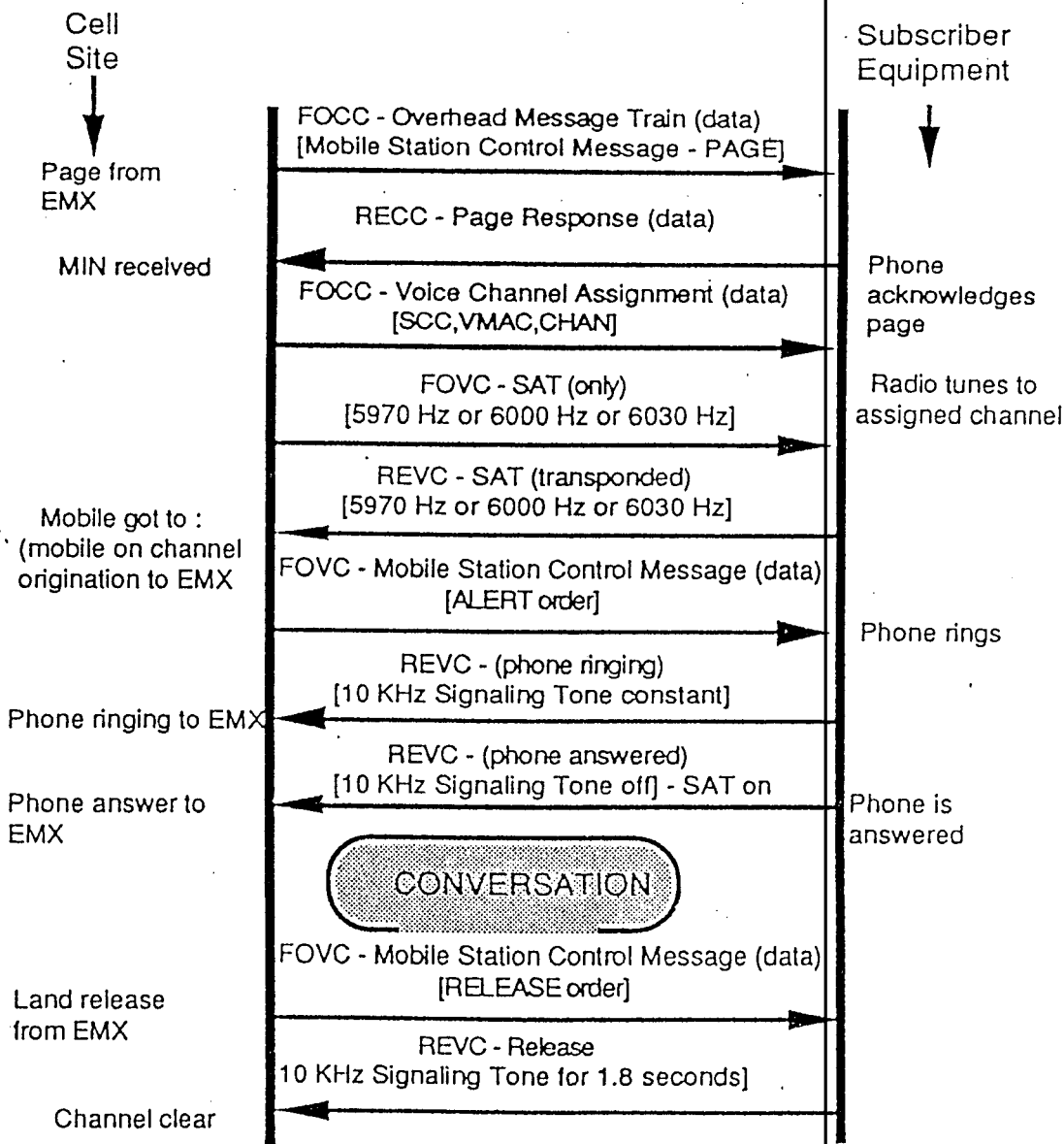
note : T	=	1107 ms (8 frames)
T'	=	553 ms (4 frames)
T''	=	30 ± 2,5 ms
T'''	=	277 ms (2 frames)

Lampiran 4
Roaming (NMT-450)

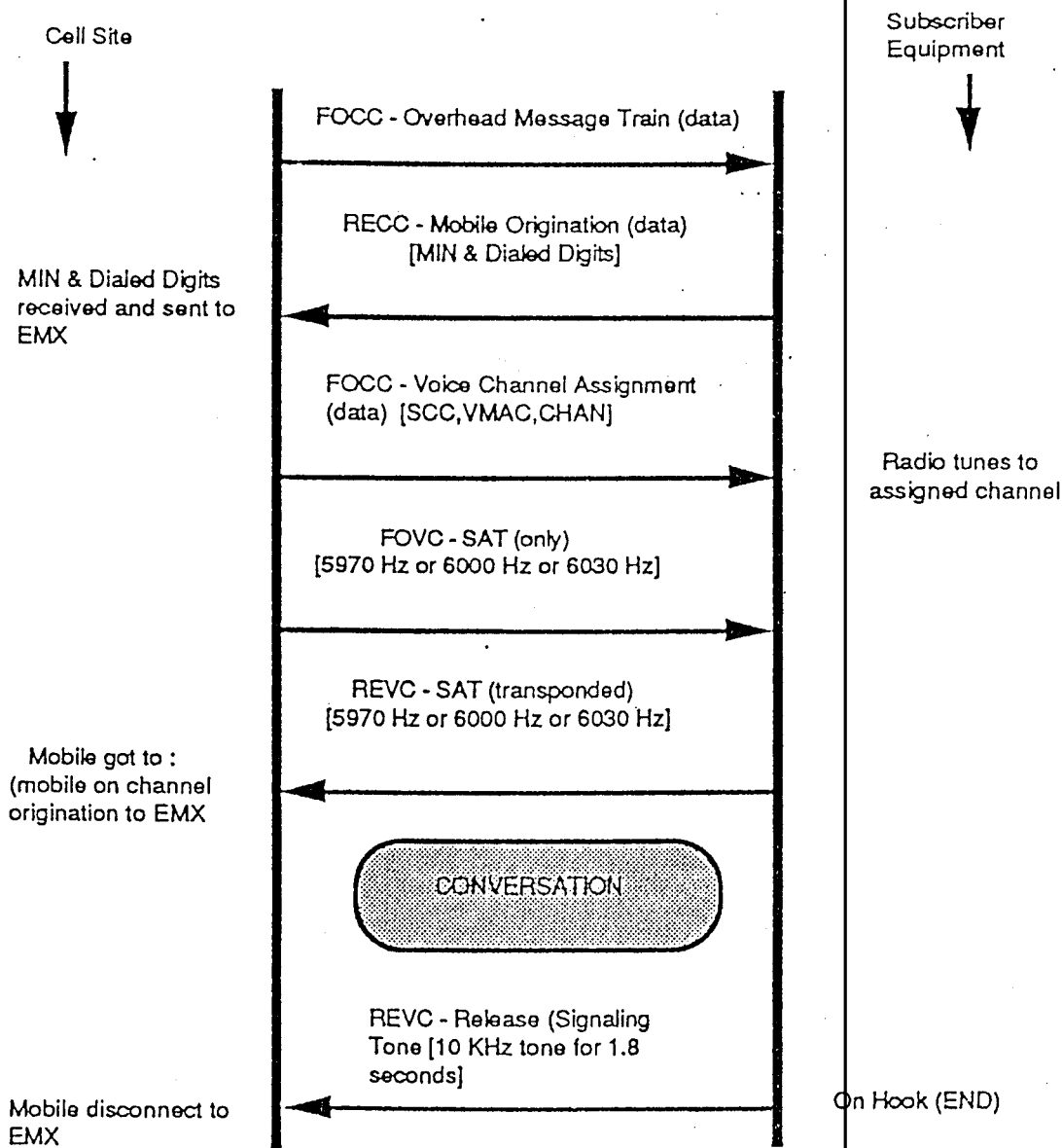


note : T = 1107 ms (8 frames)
 T' = 553 ms (4 frames)
 T'' = 80 ± 2,5 ms
 T''' = 277 ms (2 frames)

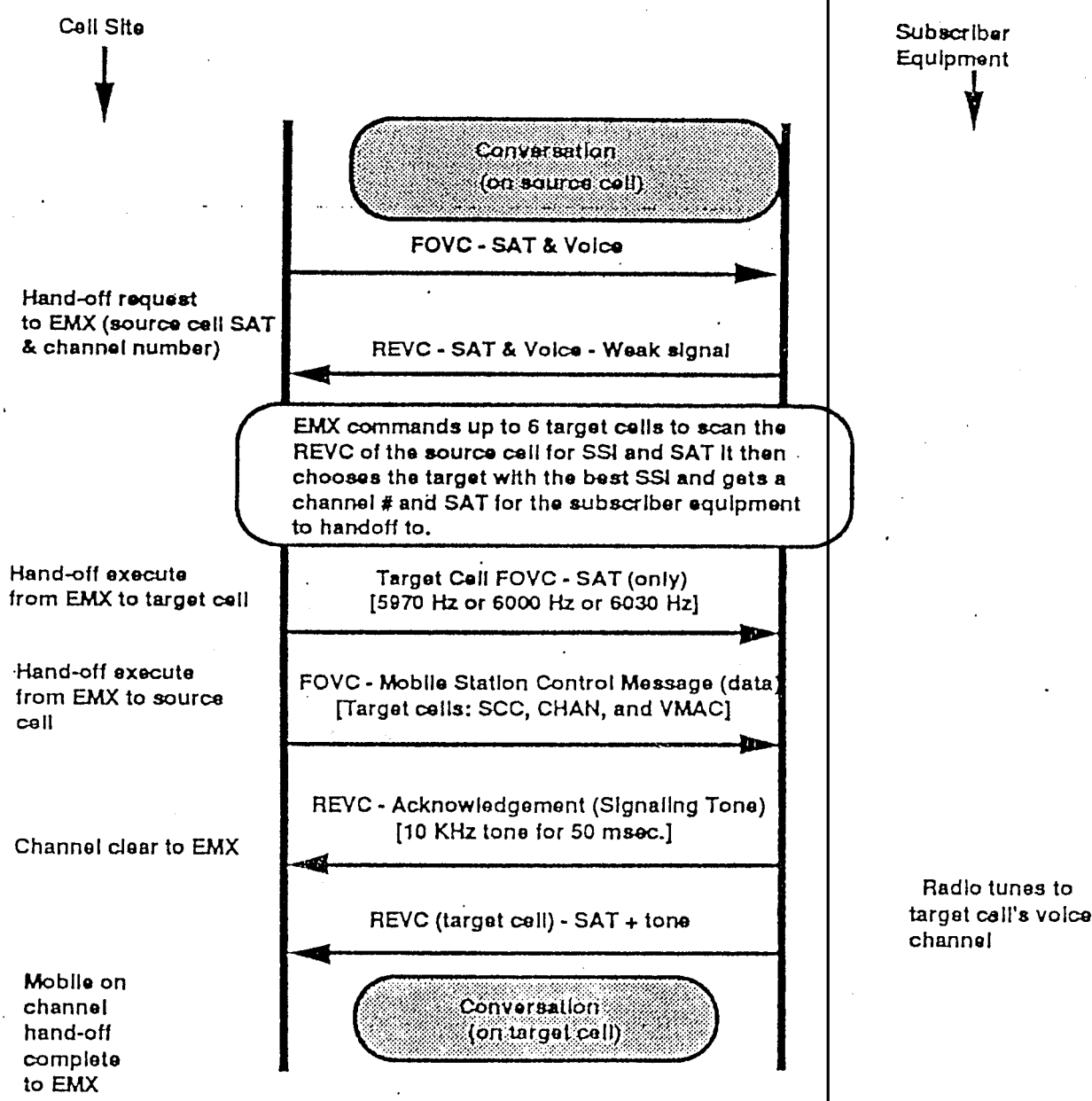
Land to Mobile Call (AMPS)



Mobile to Land Call (AMPS)

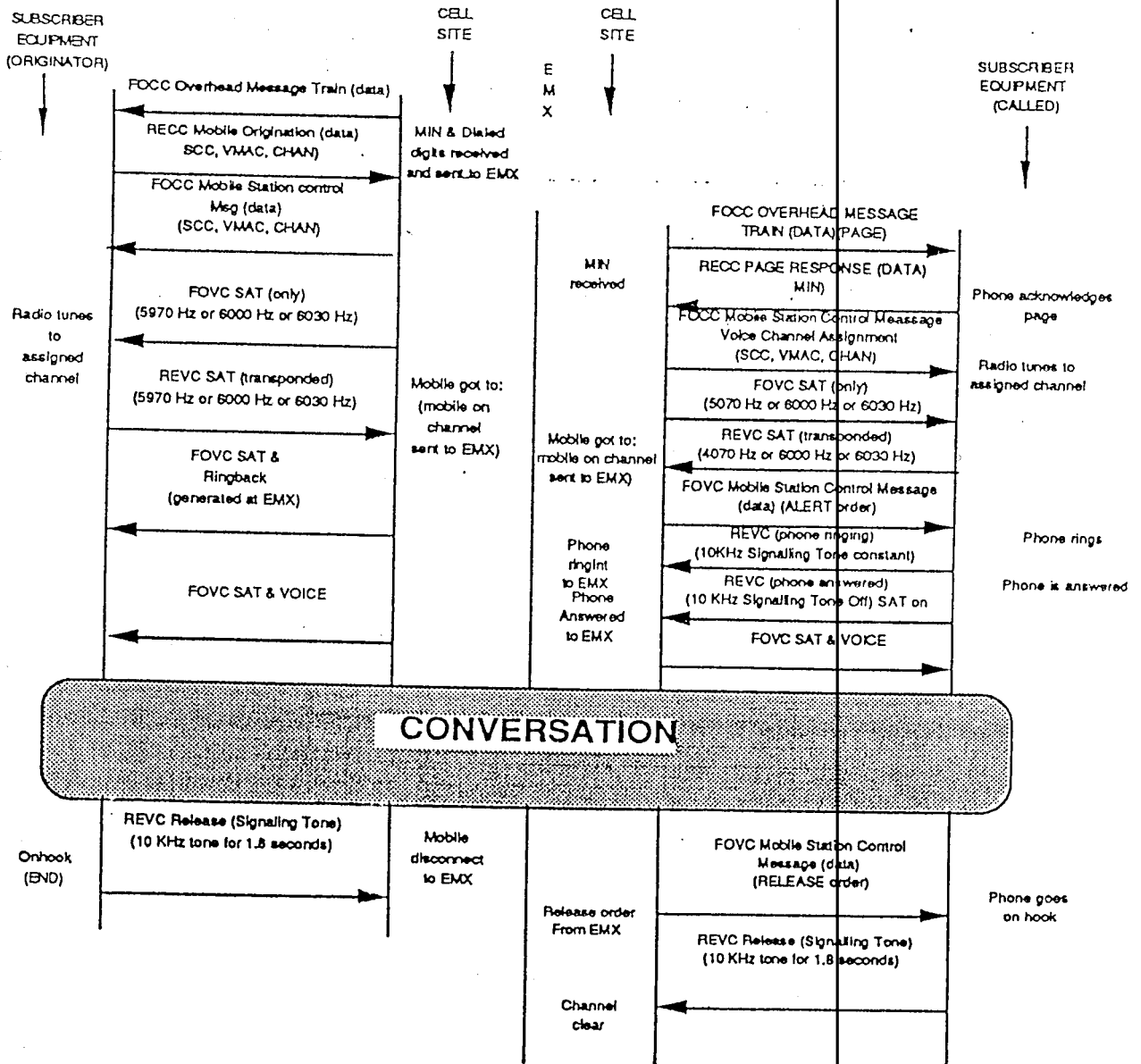


Hand-off (AMPS)



Lampiran 8

Mobile to Mobile Call (AMPS)



USULAN TUGAS AKHIR

- A. JUDUL : STUDI PENGKAJIAN SISTEM PENSINYALAN PADA SISTEM TELEPON KENDARAAN BERGERAK SELULER DI INDONESIA
- B. RUANG LINGKUP : - SISTEM KOMUNIKASI
- TEKNIK JARINGAN
- TEKNIK SWITCHING DAN TELEFONI
- C. LATAR BELAKANG : Perkembangan teknologi yang pesat memberi dampak positif bagi perkembangan pertelekomunikasian di Indonesia. Munculnya sistem telepon kendaraan bergerak seluler (STKB-C) memberi harapan baru pemakai jasa telekomunikasi untuk bisa berkomunikasi lebih mudah dan cepat.
- Salah satu faktor utama yang menentukan terjadinya hubungan telepon adalah sistem pensinyalan. Pensinyalan adalah pertukaran

informasi antar perangkat dalam jaringan telekomunikasi yang diperlukan untuk pembentukan, pemantauan dan pembubaran hubungan. Pertukaran informasi tersebut diwujudkan dengan sinyal-sinyal yang telah disepakati artinya dalam suatu aturan/standar tertentu. Ketidak handalan sistem pensinyalan akan menyebabkan pelayanan yang tidak memenuhi tolak ukur.

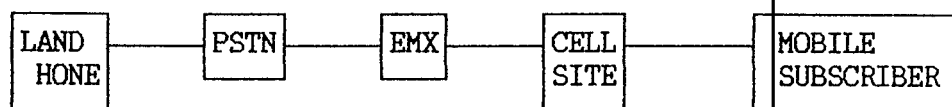
Ada dua (2) jenis sistem radio seluler di Indonesia, Nordic Mobile Telephone (NMT) dan Advanced Mobile Phone Services (AMPS). Masing-masing mempunyai keunikan sistem pensinyalan yang berbeda. Untuk itu perlu dikaji secara menyeluruh tentang keunikan pensinyalan setiap jenis sistem radio seluler dan kemungkinan mengintegrasikan kedua sistem tersebut.

D. PENELAAHAN STUDI :

- Spesifikasi sistem radio seluler

KETERANGAN	NMT-450	AMPS
mobile transmit (MHz)	489 - 493,5	469,04 - 893,97
mobile received (MHz)	479 - 483,5	824,04 - 848,97
pemisahan transmit-received (MHz)	10	45
laju bit pensinyalan (kbit)	1,2	10
lebar pita (kHz)	20	30

- Komponen-komponen utama sistem radio seluler :



- Ada lima (5) proses panggilan pada sistem seluler :

1. Panggilan dari mobile ke land phone
2. Panggilan dari land phone ke mobile
3. Panggilan dari mobile ke mobile
4. Hand-off
5. Roaming

- Jenis Address Signalling :

1. Dual Tone Multi Frequency (DTMF)
2. Multi Frequency (MF)
3. Dial Pulsa (DP)
4. Common Channel Signalling

E. TUJUAN : Mengkaji sistem pensinyalan pada sistem telepon kendaraan bergerak seluler di Indonesia.

F. LANGKAH LANGKAH : 1. Studi Literatur
2. Mengumpulkan data
3. Pengolahan dan pembahasan
4. Kesimpulan dan penyelesaian akhir

G. JADWAL KEGIATAN :

KEGIATAN	B U L A N					
	1	2	3	4	5	6
Studi Literatur						
Data						
Pembahasan						
Kesimpulan						

H. RELEVANSI

: Dengan adanya pembahasan sistem pensinyalan ini diharapkan dapat meningkatkan kualitas hubungan telepon kendaraan bergerak antara pelanggan satu dengan yang lainnya.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama : SB. Diah Pudjiastuti
Tempat/Tgl lahir: Aek Nabara/1 Maret 1970
Agama : Katholik
Nama Ayah : FX. Soebagjo
Nama Ibu : Aniceta Bkti Rahayu
Alamat : Tenggilis Mejoyo Sel.
III/26, Surabaya

Penulis adalah putra kedua dari dua bersaudara.

RIWAYAT PENDIDIKAN :

1. TK Pertiwi Lima Puluh (Sumut), lulus tahun 1976
2. SDK Cinta Rakyat Perdagangan (Sumut), lulus th.1982
3. SMP Negeri 1 Madiun, lulus tahun 1985
4. SMA Negeri 2 Madiun, lulus tahun 1988
5. Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Fakultas Teknologi Industri, Jurusan Teknik Elektro, Bidang Studi Teknik Telekomunikasi, masuk melalui program PMDK, saat ini sedang menyelesaikan tugas akhir.